مسرد المصطلحات العلمية

nature

الطبعة العربية

الدورية الشهرية العالمية للعلوم



التجربة الجامعية

كيف نبني جامعات المستقبل صفحة 38

أمراض مُعْدِية

الإيبولا.. بالأرقام

زيادة انتشار مرض الإيبولا في غرب أفريقيا، وامتداده خارجها

صفحة 28

رؤية/ رؤية مضادة

هل تحتاج نظرية التطور إلى إعادة تفكير؟

الباحثون منقسمون حول العمليات الحيوية التي يجب اعتبارها أساسية

صفحة 43

علوم المواد

الجذور الحرة تعزِّز تجميع الهُلام مغناطيسيًّا

تتطلب هندسة الأنسجة تنميطًا عالي الإنتاجية للمواد والخلايا

صفحة 67

ARABICEDITION.NATURE.COM

ديسمبر 2014 / السنة الثالثة / العدد 27

ISSN 977-2314-55003

nature

ديسمبر 2014 / السنــة الثالثة / العـدد 27

فريق التحرير

رئيـس التحـريـر: مجـدي سعيـد
نائب رئيس التحريـر: كريـم الدجـوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محـرر علمي: نـهى هنـدي، نهى خالد
مساعد التحرير: ياسميـن أميـن
المدير الفنـي: محمـد عاشـور
مصمـم جرافيـك: عمرو رحمـة
مستشار التحريـر: أ.د. عبد العزيز بن محمـد السويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: ابتهال مخلوف، أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، حاتم النجدي، داليا أحمد عواد، رنا زيتون، ريهام الخولي، سائر بصمة جي، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو شكر، لمياء نايل، لينا الشهابي، مازن النجار، محمد السيد يحيى، محمد حجاج، نسيبة داود، هدى رضوان، هشام سليمان، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز
للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية



التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى باكستون برس المحدودة، ديربيشاير، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

رسالة رئيس التحرير

الملفات والقضايا العلمية في شهر

خلال الشهر الذي يغطيه العدد الذي بين أيديكم من *Nature* الطبعة العربية، قدَّمنا لكم مختارات من بعض الملفات التي قُدمت على مدار خمسة أعداد أسبوعية من الطبعة الدولية، وهي الأعداد الصادرة من 9 أكتوبر إلى 6 نوفمبر 2014. ففي عدد 16 أكتوبر، قدَّمت الطبعة الدولية ملفًّا بعنوان "التجربة الجامعية"، اخترنا منه موضوعًا في قسم تحقيقات، وآخر في قسم تعليقات.

في قسم أخبار/ تحقيقات نشرنا موضوعًا بعنوان "الحرم الجامعي كمختبَر"، قدَّم من خلاله عدد من الكُتّاب تجارب مميزة لأربع جامعات من أربعة بلدان مختلفة حول العالم. فمن ألمانيا، تحدَّث أليسون أبوت عن تجربة جامعة ميونخ التقنية، تحت رئاسة الكيميائي فولفجانج هِرمان منذ عام 1995، كـ"جامعة ريادة أعمال" أكثر رشاقة وتنافسًا دوليًّا، من شأنها تشجيع الابتكار والمخاطرة ومبادرات الأعمال بين الطلاب وأعضاء هيئة التدريس على حد سواء. ولتحقيق ذلك.. أعاد هِرمان هيكلة الجامعة على غرار الجامعات الأمريكية الناجحة، مثل معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) بكمبريدج. أما مارك زاسترو، فقد تحدَّث عن تجربة تاي-إيوج لي في إدارة جامعة "معهد كوريا المتقدم للعلوم والتقنية" في دَيجون، بكوريا الجنوبية، التي تقوم على مفهوم "الفصل الدراسي المقلوب"، فبدلًا من الجلوس في محاضرات أحادية الاتجاه، لا تنتهي، يشاهد الطلابُ الدروس عبر الإنترنت في المنزل، ثم يأتون إلى الفصول الدراسية لمناقشة الأفكار، والعمل على حل المشكلات في مجموعات صغيرة. المعيدون والمُحاضر هناك للإشراف، لكن معظم التعلم يحدث فيما بين الطلاب أنفسهم. وهو ما يسميه لي: الجيل الثالث من التعليم (Education 3.0). أما إليزابيث جيبني، فقد قدَّمت تجربة الجامعة المفتوحة في ميلتون كينز البريطانية مع الجيل الجديد من "حلقات الإنترنت الدراسية المفتوحة المكثفة"، التي تستلهم أعمال الراحل جوردون باسك، عالِم النفس التربوي، بينما تقدِّم ليندا نوردلينج تجربة جامعة كيب تاون في الوصول إلى الطلبة الفقراء، وغالبيتهم العظمى من السود، بعد حقبة طويلة من الفصل العنصري.

أما في قسم تعليقات، فإننا نقدِّم رؤية كل من جانا جيه. واطسون -كابس، وتوماس آر. سك، التي مفادها أن السماح بوجود المعامل التجارية في المحيط الأكاديمي يعود بالفائدة على جميع الأطراف، حيث تتطلب المشارَكات الناجحة بين الأوساط التجارية والأكاديمية مصالح مشتركة، وثقة، وتواصلًا جيدًا. ويؤكد الكاتبان في ختام مقالهما قائلين: نعتقد أن التفاعل اليومي بين التعليم والبحوث والمشروعات الناتجة عن الموقع المشترك سيربط الجامعات بمجتمعاتها، ويجعلها أكثر ملاءمة للطلاب، وأولياء الأمور الذين يدفعون الرسوم الدراسية. ستصبح المواقع المشتركة جاذبة لأعضاء هيئة التدريس المنظِّمين للمشروعات، وحملة الدكتوراة، والطلاب، وكذلك للشركات التي تتطلع إلى توظيف المواهب الجديدة. سيصبح تقاطع الأوساط الأكاديمية مع الصناعة أكثر سلاسة مع بحث أعضاء هيئة التدريس عن المزيد من السبل، لجعل اكتشافاتهم ذات مغزى، ومع رغبة الطلاب في قيمة أكبر لشهاداتهم، ورغبة الشركات في المزيد من الإضافات؛ لتطوير القوى العاملة لديها. وسيكون المقيمون الصناعيون جزءًا من البيئة الجامعية في المستقبل.

في عدد 23 أكتوبر من الطبعة الدولية، تم الاحتفاء بمرور عشر سنوات على اكتشاف إنسان فلوريس *Homo floresiensis*، وهو قريب صغير للإنسان الحديث، عاش مؤخرًا منذ نحو 18,000 سنة، واشتهر فيما بعد باسم "الهوبيت"، واعتُبر أكثر حفريات أشباه البشر أهمية في جيله. وفي قسم أخبار/ تحقيقات، يروي العلماء الذين قادوا الاكتشاف قصته تحت عنوان "حكايات الهوبيت"، التي تبدأ بالإشارة إلى أن فريق الهوبيت لم يكن متهيئًا للعثور على أنواع جديدة. وبدلًا من ذلك.. كان الباحثون يحاولون اقتفاء آثار القدماء وهم يرتحلون من برّ آسيا إلى أستراليا. كانت هذه هي الفكرة عندما بدأوا الحفر في ليانج بوا (كهف بديع كبير في أعالي فلوريس بإندونيسيا). كان يقود الفريق عالِمَا الآثار مايك موروود، ورادن سويجونو، اللذان رحلا عن عالمنا.

أما في قسم التعليقات، فإننا نقدِّم نِقاشًا بين مجموعتين من العلماء حول قضية مهمة: "هل تحتاج نظرية التطور إلى إعادة تفكير؟" فبينما يجيب كيفن لالاند وزملاؤه بـ"نعم"، وبشكل عاجل، حيث إنه في غياب إطار عمل تطوري موسَّع، تهمل النظرية عمليات رئيسة، يجيب جريجوري إيه. راي، وهوبي إي. هوكسترا وزملاؤهما بـ"لا، فكل شيء على ما يرام".

رئيس التحرير
مجدى سعيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

ديسمبر 2014 / السنة الثالثة / العدد 27

هــذا الشــهــر

افتتاحيات

رؤية كونية

أضواء على البحوث

ثلاثون يوما

مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

أخبــار فى دائرة الضــوء

تحقيقات



موضوع الغلاف

التجربة الجامعية

لابد أن تتطور الجامعات لو أرادت البقاء. هذا العدد الخاص من دورية *Nature* تحت عنوان «تجربة الجامعات» يدرس الطرق المختلفة التي تحاول من خلالها الجامعات حول العالم التحرر من الطرق التقليدية للتفكير والبحث عن طرق جديدة مبتكرة. لا أحد يعرف أي من هذه التجارب سينتج أفضل الخريجين أو سيحقق أعظم القفزات في الفهم الأكاديمي (انظر مقالة صفحة 273). لكن الجميع يشعر بأن الجامعات بالقرن الواحد والعشرين قد تكون مختلفة تماما عما كانت عليه بالماضي. صفحة 38

صندوق الأدوات

تعليقات



رؤية/ رؤية مضادة

إعـــادة التــفــكيـــر

بعض علماء الأحياء يعتبر نظرية التطور القياسية غير كافية، بينما يرى آخرون أنها على ما يرام صفحة 43

كتب وفنون

مراسلات

مستقبليات

COVER ILLUSTRATION BY ANGUS GREIG

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



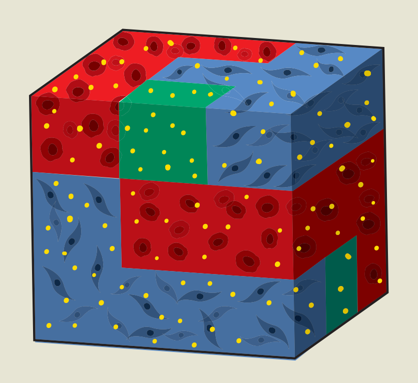
حيث
تنمو
المعرفة

المحتويات

ديسمبر 2014 / السنة الثالثة / العدد 27

أبحـــاث

أنباء وآراء



علوم المواد
الجذور الحرة تعزز تجميع الهلام مغناطيسيا
تتطلب هندسة الأنسجة المعقدة تنميطا عالي الإنتاجية ثلاثي الأبعاد للمواد والخلايا.
كريستوفر رودل وجاسون بُردِك.
صفحة 67

ملخصات الأبحاث



علم الإحاثة
بأثـــر رجعـــي
انقسام كبير في سلالة الثدييات في وقت مبكر من العصر الترياسي. صفحة 81

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هـــذا الشهــــر

افتتاحيات

رؤية عالمية تحذير من الأولويات الخاطئة لجهات التمويل، بعد إيقاف مشروع بحثي لفَهْم طيور البحر، وحمايتها **ص. 11**

علم الحيوان عصافير الزيبرا تموِّه أعشاشها بنشاط عند بنائها باستخدام مواد محلية **ص. 12**

المواد اكتشفت مادة يمكنها أن تحرف انكسار ضوء الأشعة تحت الحمراء من أي زاوية تقريبًا **ص. 15**

خـــارج أفريقيـــا

يجب إيقاف انتشار وباء الإيبولا في غرب أفريقيا على الفور، وإلا فسيواصل انتشاره إلى خارج القارة السمراء.

لقد خرج فيروس إيبولا عن السيطرة في ليبيريا وسيراليون وغينيا. ليس هذا بالخبر الجديد، إذ الحال هكذا منذ أواخر الربيع الماضي، ولم تتحول التعهدات الدولية بتقديم المساعدة بعد إلى جهود ملموسة سريعة ومركزة على الأرض. ولا تزال الغلبة في هذا الصراع للفيروس؛ إذ ارتفعت أعداد المصابين بالفيروس خلال المدة بين 23 سبتمبر وأول أكتوبر فقط من 6,500 إلى 7,500 شخص، وفقًا لإحصائيات منظمة الصحة العالمية.

لقد تفاقم الموقف الحالي حتى إنه لا أحد يعلم الأرقام الحقيقية للإصابات والوفيات، وعلى الأرجح هي أكبر بكثير من التقديرات الرسمية. وإذا انهارت المنظومة الصحية في هذه الدول، فسيؤدي ذلك إلى سقوط سكانها بلا ضرورة ضحايا للملاريا وغيرها من الأمراض الأخرى دون أدنى مقاومة. ولا يحتاج المرء إلى نموذج حسابي ليدرك مدى فداحة الكارثة حينذاك.

تكمن الخطورة الكبرى في انتشار الفيروس إلى الدول المجاورة. وإذا كان تهديد انتقال الفيروس إلى بقية العالم -خاصة الدول الغنية- لا يزال منخفضًا حتى الآن، فلا ينبغي أن يكون ذلك مدعاة للتهاون أو التراخي. فقد ظهرت أولى إصابات الفيروس في إسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية. والأسلوب البائس الذي جرى التعامل به مع حالة الإصابة الأمريكية كشف للجميع أنه حتى الدول التي لديها استعدادات فائقة التطور للتعامل مع التهديدات الحيوية -سواء كانت طبيعية أم إرهابية- قد تفشل فشلاً ذريعاً عندما تتعرض للاختبار.

فالرجل المصاب سافر جوًّا من ليبيريا إلى دالاس في ولاية تكساس في 20 سبتمبر الماضي، ولم يلبث أربعة أيام حتى ظهرت عليه الأعراض، وذهب إلى المستشفى في 26 سبتمبر، لكن لم تكن هناك أي أعراض أو مؤشرات خطيرة، فأعيد إلى منزله، ولم يوضع في الحجر الصحي حتى 28 سبتمبر، بعد أن أُعيد إلى المستشفى في سيارة إسعاف.

خضع كل الناس الذين خالطهم للحجر الصحي، وقضوا أكثر من أسبوع في شقة كانت تحتوي على ملابسه ومفروشاته الملوثة بفيروس إيبولا، اضطروا إلى تعقيمها وتغليفها بأفضل ما استطاعوا. وفي الوقت نفسه، اندلع جدل بين المسؤولين في المدن المحلية والولايات والحكومة الفيدرالية حول القوانين المتباينة التي تحكم إزالة تلوث مسببات الأمراض الخطيرة ونقلها، قبل إرسال فريق تطهير تجاري في النهاية وإهدار كثير من الوقت الثمين.

المنظومة الصحية الأمريكية قوية بما يكفي لإيقاف وباء واسع النطاق. لكن حتى في الدول الغنية، يمثل عدم تساوي السكان في الاستفادة من خدمات الرعاية الصحية وقرارات تخفيض تكاليف الخدمات الصحية ثغراتٍ ونقاطَ ضعف. فنظم الصحة العامة القوية التي تحتوي على موارد كافية تؤهلها لاستيعاب الطفرة في المتطلبات والاحتياجات المفاجئة عند تفشي مرض خطير هي الخطُّ الدفاعيُّ المهمُّ والحيوي.

متوسط العمر الافتراضي في الولايات المتحدة الأمريكية أقل بكثير من مثيله في العديد من الدول المتقدمة الأخرى. ورغم أن مناطقها الغنية فيها أعلى متوسط للعمر الافتراضي في العالم، إلا أن فيها أيضًا بعض المناطق التي تنافس الدول النامية -مثل بنجلاديش- في متوسطها العمري المنخفض. ولو أن فيروس الإيبولا انتشر في مناطق ريفية محرومة، لوجد المسؤولون الأمريكيون صعوبة حقيقية في احتوائه والسيطرة عليه. فالشخص المحروم من مظلة تأمينية صحية سيفكر ألف مرة قبل الذهاب إلى طبيب، مما يجعله حجر عثرة تعوق الجهود المبذولة لاستئصال الوباء.

التغطية الإعلامية لظهور أول حالة أمريكية مصابة بفيروس إيبولا تقدم لنا أيضًا دروسًا ثمينة. فرغم أن أكثرها كان على أعلى مستوى من الحرفية والإتقان، لكن العزم الحثيث على تحديد الرجل المصاب وكل الأشخاص الذين خالطهم قد يأتي بتأثير عكسي، فالذين يشكون في اتصالهم بشخص مصاب بالإيبولا قد يترددون الآن في التقدم؛ خشية أن تتصدر أسماؤهم عناوين الأخبار ووسائل الإعلام. فالجمهور له حق مشروع في معرفة الأماكن التي ارتادها شخص مصاب على سبيل المثال، لكن ثمة خيط رفيع بين ذلك والتجسس الصريح على حياة الناس الخاصة، وغزو خصوصياتهم، والتركيز على الفرقعات الإعلامية العاطفية.

> **«العالم يتململ ويعبث في حين تحترق دول غرب أفريقيا».**

من منظور أوسع، يهدد التركيز السياسي والإعلامي المبالغ فيه على التهديد -المنخفض نسبيًّا- للولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الدول الغربية بتكوين ثقافة الخوف الشاملة. وكما قال توماس فريدن -مدير المركز الأمريكي للسيطرة على الأمراض والوقاية منها: كل ما سيفعله حظر الطيران وغيرها من التدابير الأخرى المقيدة هو إعاقة وصول وكالات الإغاثة والمعونات، ويقلل من التعاون المطلوب بشدة بين المجتمعات المحلية، ويرى أن ظهور أول حالة أمريكية مصابة بالفيروس بمنزلة جرس إنذار مدوٍّ بأن خطر انتقال الإصابة بالفيروس سيظل قائمًا ما لم يُقتلع الوباء من جذوره أولاً.

العالم يتململ ويعبث في حين تحترق دول غرب أفريقيا، وما لم يتحرك العالم ويتخذ خطوات سريعة، قد يتفاقم الوباء وينتشر إلى المناطق المحيطة. وشرر هذا الوباء سيتطاير مؤديًا إلى ظهور إصابات في أماكن أخرى نائية، بل قد يصل إلى مدن كبرى تفتقر إلى بنية تحتية ملائمة للصحة العامة. وعلى الدول والشعوب أن تدرك أنه على الرغم من ضرورة اتخاذ إجراءات عاجلة، ينبغي أيضًا الوفاء بالالتزامات الأخرى حتى اجتثاث الوباء، الأمر الذي قد يستغرق شهورًا عديدة. وإذا كان تهديد الوباء للدول المتقدمة لا يزال ضعيفًا نسبيًّا فلا ينبغي أن يصرف ذلك أبصارنا عن الحاجة الملحَّة لاقتلاع الوباء من جذوره في موطنه الأصلي. ■

بعد هدوء الزوبعة

ما الدروس المستفادة من التغطية الإعلامية لإعلان اكتشاف موجات الجاذبية؟.

بعد مرور أكثر من ستة أشهر على إعلان العلماء المبدئي باكتشاف أدلّة على موجات الجاذبية ـ تمثل أصداء الانفجار العظيم ـ أصبح هذا الإعلان في مهب الريح. فقد أكَّدت الأبحاث التالية أن معظم الإشارات ربما تكون قد تلوثت بالغبار الكوني. وهكذا، خبت شعلة توقعات الفوز بجائزة «نوبل» لفريق الباحثين الذين أطلقوا هذا الإعلان. لقد ذهبت السَّكْرة، وجاء الآن دور الفكرة والحقيقة المُرَّة.

عندما يَخرج أحدٌ بحقيقةٍ أو اكتشاف غير عادي، تخضع هذه الحقيقة ـ أو هذا الاكتشاف ـ للتدقيق والفحص والتحقيق المكثف؛ للتأكد من صحتها. وهكذا تُبنى صروح العلم الراسخة، ما بين حقيقة وحقيقة أخرى مضادة، وقذائف من الفكر والمعلومات يتم إبطال مفعولها بالتجريب والاختبار.

إنّ الجدل الدائر حول إعلان اكتشاف موجات الجاذبية لن يخفت، بل سيستمر طويلًا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ففي الأسبوع الثالث من أكتوبر الماضي، عقد مجلس تطوير الكتابة العلمية في كولومبس، بولاية أوهايو ـ الذي يتكون من علماء وصحفيين ـ اجتماعًا من أجل البحث عن «الدروس» التي اكتسبها العلماء والكُتّاب العلميون المشاركون في تحرير وكتابة خبر تليسكوب BICEP2 (التصوير الخلفي الكوني للاستقطاب فيما وراء المَجَرّات). تُرى، ماذا كانت هذه الدروس؟

أوّل هذه الدروس كان تسليط الضوء على كيان معين، مثل «مجلس تطوير الكتابة العلمية»، الذي لم نكن نعرف أنه موجود أصلًا. فالعديد من العلماء يعتبرون الإعلاميين والصحفيين غير حريصين أو راغبين في الخوض في عمق التفاصيل العلمية، وإزالة اللبس عن غموضها. وفي حقيقة الأمر، ليس هناك فرع من الصحافة يدقق نفسه ويحرص على حسن أدائه وجودته مثل الصحافة المعنيّة بتغطية العلوم. ومن الصعب تصوُّر أنّ صحفيًّا في مجال السياسة أو الرياضة يخصص وقتًا للمناقشة المتعمقة لأي أخطاء قد ارتكبها (إنْ اعترف بها من الأساس)، بعد اتضاح الخطأ في إحدى كتاباته الصحفية.

وقد أدَّى الانتشار المحمود لمُدَوِّني العلوم إلى انتشار اتجاه نقد الذات، حيث ينفق بعض المدوِّنين أغلب وقتهم في انتقاد الكُتَّاب العلميين الآخرين، أو ـ على الأقل ـ تفنيد نماذج أو أمثلة لما يعتبرونه كتابة علمية «دون المستوى». وهذا لا يمنع من أنهم ينشرون الكثير من التقارير الرائعة أيضًا. وبينما يأتى المحررون العلميون التقليديون لتدهور التغطية العلمية في الصحف الأساسية، فإنهم لا يرون ذلك القدر الكبير من التحليلات والتعليقات التي تُنشر على الإنترنت، ومعظمها شديد التخصص والعمق.

كان لدورية *Nature* الدولية نصيب من المناقشات التي جرت حول تقرير موجات الجاذبية. ففريقنا الإخباري كان من أوائل الذين نقلوا هذا الإعلان. ونفخر بتغطيتنا (الشاملة)، سواء في دورياتنا المطبوعة، أم على الإنترنت، ولا زلنا نولي هذا الأمر اهتمامنا. فمثل أغلب وسائل الإعلام الإخبارية الأخرى، نشرنا الاكتشافات التي أُعلنت عنها الورقة البحثية المؤقتة بدقة. ومِثل كل وسائل الإعلام الأخرى، حرصنا على تضمين التحذير بأن النتائج تحتاج إلى تأكيد، فهذا اكتشاف لا يمكن أن تتعامل معه الصحافة باستخفاف، فوظيفتها في الأساس إثارة وطرح الأسئلة. وهذا لا ينفي حقيقة أنه لا تُتاح دائمًا للصحفيين فرصة تقديم الإجابات، حتى لو كانوا من أفضل الكُتّاب العلميين.

وماذا عن الدروس التي استفاد منها العلماء؟ كما أوضحنا من قبل، لا يجب أن يخشى الباحثون من الخطأ. فقد يشعرون، ولكن بعد فوات الأوان، أنهم تسرعوا في نشر إعلاناتهم واكتشافاتهم بسرعة، ولكن العِلْم الاحترافي مجال تنافسي يتطور بسرعة، أما الأبحاث الأكاديمية، فهي حذرة، وقد كان رد فعل فريق الباحثين للانتقادات التالية إيجابيًّا وبنّاء. فالبعض قد يشكك في توقيت الإعلان الذي تم عندما نُشرت الورقة البحثية على الإنترنت، ولم تقبله أو تنشره دورية علمية، ولكن ـ على الأقل ـ كانت هناك أدلّة لفحصها. فإذا كان معظم العلماء ووسائل الإعلام قد تصرفوا بشكل صحيح، فما الذي احتاج الاجتماع إلى مناقشته؟ كان من الممكن أن يصبح الأمر أسوأ من البدء بفحص فيديو الاحتفال على الإنترنت، الذي أنتجته جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، ونشرته لبواكير الإعلان، فالعلماء والصحفيون لهم أن يذكروا ما شاءوا من التحذيرات الأكاديمية، لكن أصوات وصور فتْح زجاجات الشمبانيا ستطغى على المشهد.

> **«كما يوضّح إعلان تليسكوب BICEP2، لم تنته بعد غالبية الدراسات العلمية الجارية في هذا الصدد».**

هنا، تجب مناقشة قضية لها بُعْد أعمق: اكتشاف علمي لم يُعلَن عنه من خلال مؤتمر صحفي، بل ظهر كحدث. هكذا تم تقديم عملية طويلة معقدة مرهقة، تتكون من ثلاث خطوات إلى الأمام، وخطوتين إلى الخلف، كقفزات عملاقة بين حالات الارتباك والإلهام المفاجئ بمنتهى السهولة. في قلب هذا الأداء المسرحي للأحداث، تقف الورقة البحثية المُحكَّمة كبناء شاذ. كما أُعْطَى تحديد مواعيد نشر البيانات الصحفية ـ مع صور الاحتفال، أو بدونها ـ الانطباع للصحفيين بأن نشْر الورقة العلمية هو الكلمة النهائية في هذه القضية، مثل التقرير الذي يقدَّم في نهاية مشروع علمي؛ ليفُصِّل كل ما تحقق من إنجازات.

وكما يوضِّح إعلان تليسكوب BICEP2، لم تنته بعد غالبية الدراسات العلمية الجارية في هذا الصدد. وهو خبر سار للعلماء المجتهدين، ولكُتّاب وصحفيِّي العلوم، الذين سيجدون دائمًا اكتشافات علمية لتغطيتها. ■

الحِفاظ على المحميّات الطبيعية

من الصعب تحقيق التوازن بين احتياجات التطوير العمراني، والمحافظة على البيئة، لكن هذا التوازن بات ضرورة مُلِحَّة.

ليس هناك مكان أفضل لعقد مؤتمر «المجلس العالمي للمحميّات الطبيعية» World Parks Congress هذا العام من مدينة سيدني في أستراليا، إذ يلتقي الباحثون وخبراء السياسات وأنصار الحفاظ على البيئة مرة كل عشر سنوات. وقد اجتمع الباحثون هذا العام في منتصف شهر نوفمبر الماضي تقريبًا، مع احتدام الجدل حول حماية إحدى أشهر المحميّات الطبيعية في أستراليا، بل في العالم بأسره.

يُعَدّ الحاجز المرجاني العظيم أحد عجائب الطبيعة في العالم. وهو في جوهره ـ كما استقر ذلك في أذهان الناس ـ بمثابة شعاب مرجانية، يزورها الملايين كل عام للسباحة في مياهها، ويحلمون بشدّ الرحال إليها ورؤيتها. إنها مصدر فخر للعديد من الأستراليين، ويحق لهم ذلك.

رغم هذا.. فالشعاب المرجانية في محنة، بسبب النشاط البشري المباشر، المتمثل في شكل المشروعات العقارية والعمرانية على السواحل، وبسبب النشاط غير المباشر للتغيُّر المناخي، حيث تمثل هذه المحنة إحدى المشكلات التي ناقشها الحاضرون في المؤتمر؛ لإيجاد حلول لها.

يؤكد الاتحاد الدولي للحفاظ على البيئة ـ الذي أشرف على المؤتمر ـ أن مؤتمر المجلس العالمي للمحميّات الطبيعية الذي عُقد في عام 2003 في دوربان بجنوب أفريقيا، أدّى إلى تقدُّم كبير في مجالات عديدة، منها الأعمال المستمرة حول المناطق المحميّة في ظل اتفاقية التنوع الحيوية، وتعديلات القواعد واللوائح المستخدَمة في إدارة المناطق المحميّة.

لقد تغيَّر العالم منذ عام 2003، عندما كان الخطاب السياسي المتناوِل للتغير المناخي لا يزال في بداياته. لقد تزايدت مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ـ وفقًا لقياسات مرصد الإدارة الأمريكية الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي في ماونا لاو، هاواي ـ من 375.77 جزء في المليون، لتصل إلى ذروتها الحالية (أكثر من 400 جزء في المليون في بعض الأيام)، وهي النسبة الأعلى منذ آلاف السنين.

صحيح أن تقدمًا ملموسًا قد ظهر في إنشاء المحميّات الطبيعية، وبخاصة في المحيطات، إذ أنشأ الرئيس الأمريكي جورج بوش محميات كبيرة في المحيط الهادئ، وقام بتوسيعها الرئيس باراك أوباما، وذلك ضمن عديد من المحميات المماثلة، مثل المحمية المحيطة بجزر تشاجوس في المحيط الهندي، التي أنشأتها المملكة المتحدة. ولا يزال التقدم في تحقيق الأهداف المتفَق عليها دوليًّا لحماية 10% من محيطات العالم بطيئًا ومتأخرًا عن المواعيد المقررة، لكنه يُعتبر تقدمًا على أي حال! كما اكتسبت الحركات البيئة الصاعدة قوة ونفوذًا مؤثرًا في الدول النامية اقتصاديًّا، مثل الصين. وفي عدد 6 نوفمبر من دورية *Nature* الدولية، يعرض سبعة باحثين رؤيتهم لتطوير المحميات في العالم.

جدير بالذكر أنه قد حدثت نكسات بالفعل في مجال المحميّات... فالشبكات الواسعة من المحميات في أفريقيا فشلت في حماية وحيد القرن والأفيال من عمليات الصيد الجائر المتزايدة. ولا تزال عمليات إزالة الغابات تجري على قدم وساق. كما تأثَّر الحاجز المرجاني العظيم نفسه بشكل كبير لدي انخفاض نسبة الغطاء المرجاني بمعدلات مقلقة (انظر صفحة 16 من العدد المذكور سابقًا).

إن المنظومات البيئية شديدة التعقيد ودائمة التغير، ومن الصعب إثبات أن الحماية تُحْدِث تغييرًا أو تأثيرًا إيجابيًّا.. فجماعات التحالفات التجارية المنظَّمة والمموَّلة تسعى لتطوير عديد من المناطق المهمة، وتؤدي المشروعات العمرانية ـ عادةً ـ إلى إزعاج الحياة البرية، بل وتدميرها. ومن حق الناس في المجتمعات المختلفة أن تسعى لتحسين ظروف حياتها ومعيشتها، حتى لو كان ذلك على حساب الأنواع والكائنات الأخرى. وبينما تستطيع الدول الغنية إغلاق مناطق معيّنة؛ لحمايتها، فإن الدول النامية التي يعيش فيها الناس على حد الكفاف من صيد الحيوانات والسَّمَك لا تملك هذه الرفاهية.

لا يزال الجدل قائمًا حول كيفية قياس قيمة المنظومات البيئية في العالم. ويرى إدوارد باربير ـ في صفحة 32 من العدد نفسه ـ أن خبراء الاقتصاد الذين يتتبعون مؤشرات ومعدلات النمو قد سبَّبوا ضررًا كبيرًا عندما استبعدوا من حساباتهم القيمة المفقودة ـ على سبيل المثال ـ من تحويل غابات المانجروف إلى مزارع سمكية للجمبري.

لا يزال أنصار الحفاظ على البيئة يتجادلون حول الأسباب المُوجِبَة لحماية الكوكب، وهل ذلك ضرورة في حد ذاته، أم لقيمته الاقتصادية. وفي صفحة 27 من العدد نفسه، يعتقد كلٌّ من هيذر تاليس، وجين لوبشينكو أن الجدل المحتدم حول هذه القضية يهدد جهود المحافظة على البيئة والطبيعة. وقد كتبا في عريضة الالتماس التي وقَّعتاها مع 238

شخصية أخرى، قائلتين: «لقد حان الوقت لإعادة تركيز جهود حماية البيئة على تطوير المعرفة وتبادلها في جميع السياقات والتخصصات ذات الصلة، واختبار الافتراضات بناءً على الملاحظات والتجارب والنماذج».

في الغالب، لا تتضح المواعيد النهائية في مجال الحفاظ على البيئة، إلا بعد فوات الأوان. وفي المؤتمر التالي للمجلس العالمي للمحميات الطبيعية، الذي سوف يُعقد في عام 2024، تُرَى ماذا سوف يناقش الحاضرون؟ هل ستكون هناك وقتئذ أي حيوانات بريّة باقية من فصيلة وحيد القرن؟ وهل سوف يكون الحاجز المرجاني العظيم وقتها مجرد أثر؟ لا نأمل ذلك بالطبع، لكن المهمة التي كانت في انتظار حاضري مؤتمر هذا العام صعبة للغاية. ■

مشارَكة الشفرات

ينبغي أن تتيح الأوراق البحثية المنشورة في دوريات *Nature* سهولة الوصول إلى شفرات الكمبيوتر، حيثما كان ذلك ممكنًا.

من بين الموضوعات الواردة في الحملة الراهنة التي أطلقتها دورية *Nature* لبحث مدى إمكانية تكرار وإعادة إنتاج نتائج الأوراق البحثية: إتاحة المكونات الأساسية للمطبوعات المنشورة لنظرائنا من الباحثين، الذين يرغبون في التحقق من صحة الأساليب والنتائج.

تُعَدّ شفرة الكمبيوتر من العناصر المحورية في الكثير من الأوراق البحثية التي يستخدمها المؤلفون في النماذج والمحاكاة وتحليل البيانات. في عالَم مثالي يتطلع الخيال إليه، كان يمكن لتلك الشفرة أن تصبح قابلة للنقل وسهلة الاستخدام بواسطة الآخرين. كما كان من الممكن أن تصرّ سياسة التحرير لدينا على المشاركة من أجل السماح بحرية الاستخدام، كما نفعل في حقيقة الأمر (إلى أقصى حد ممكن من الناحية العملية) فيما يخص البيانات والمواد البحثية. ليس من السهل ـ للأسف ـ تحقيق هذه الرؤية المثالية، بسبب قَدْر التمويل، والجهد الإضافي، اللذين سوف يتطلبهما ذلك الأمر؛ لكي نجعل بعض الأجزاء الرئيسة من الشفرة قابلة للتقاسم والمشاركة. ورغم ذلك.. فإننا في *Nature* ودورياتها البحثية نريد أن نشجع على أكبر قَدْر ممكن من المشارَكة.

لقد نجح واضعو النماذج المناخية في أن يتقدّموا بخطوات عريضة في هذا الصدد. وهناك مثال جيد على هذه السياسة في دورية *Geoscientific Model Development* (انظر: go.nature.com/jv8g1w). هناك أيضًا مقالة منشورة في دورية *Nature Geoscience* تناقش بعض الفرص والإمكانات التي تتيحها مشاركة الشفرات، وكذلك العقبات التي تواجه هذا الأمر (S. M. Easterbrook *Nature Geosci*. **7**, 779-781; 2014)

ومن بين الأمثلة الرائدة على استخدام سياسات الشفافية في الفروع العلمية الأخرى أن دورية البيانات «جيجاساينس» *GigaScience* تتطلب ضرورة أن تكون الشفرة المستخدَمة في أوراقها البحثية متاحة، كما تعرضها بطريقة تسمح للآخرين بتحليل البيانات في المطبوعات المنشورة. ويشير إيستربروك فيما كتبه بشأن العقبات التي تواجه مشاركة الشفرات إلى نقطة معينة، مفادها أنه حتى إذا تم فعل المشارَكة، فإن الآخرين ربما يستخدمونها في الغالب استخدامًا محدودًا، أو ربما لا يستخدمونها على الإطلاق، ولكن في بعض الأحيان سوف يكون معدل الاستخدام كبيرًا.

وقد قررت *Nature* ودورياتها أنه نظرًا إلى تنوع الممارسات في الفروع العلمية التي نغطيها، فلا يمكننا أن نُصِرّ على مشاركة شفرات الكمبيوتر في جميع الحالات، لكن يمكننا أن نتجاوز قليلًا ما اعتدنا أن نفعله في الماضي، من خلال توضيح ـ على الأقل ـ الوقت الذي تكون فيه الشفرة متاحة. ومن ثم، فإن سياستنا الآن تفرض أنه عندما تكون الشفرة أساسية ولازمة للتوصل إلى النتائج في ورقة بحثية، فإننا نطلب إقرارًا يوضح ما إذا كانت تلك الشفرة متاحة، أم لا، مع بيان أي قيود مفروضة على إمكانية الوصول إليها. وسوف يصرّ المحررون على إتاحة الشفرة في الحالات التي يعتبرونها مناسبة، كما سيتم تقييم أي مسائل عملية تَحُول دون مشاركة الشفرات بواسطة المحررين الذين يحتفظون بحقهم في رفض الورقة البحثية، إذا كانت هناك شفرة مهمة غير متاحة. إضافة إلى ذلك.. سوف نقدم قسمًا خاصًّا في المقالات، يمكن فيه وضع أي معلومات بشأن شفرة الكمبيوتر. وسوف نتعاون كذلك مع المجتمعات كل على حدة؛ لتجميع المبادئ الإرشادية لأفضل الممارسات، وربما القواعد الأكثر تفصيلًا.

لمزيد من التفاصيل.. انظر دليل المؤلفين الخاص بنا على الرابط /go.nature.com o5ykhe. وللاطلاع على أرشيف يضم المحتوى الخاص بنا، ومبادراتنا فيما يتعلق بإمكانية التكرار وإعادة الإنتاج، انظر: /http://www.nature.com/nature/focus reproducibility. ■

مفعــول ســام

يجب على أوروبا العمل على منع عقاقير الثروة الحيوانية من إبادة أعداد طائر النسر لديها.

قد ينذِر نِسْرٌ ميت في إسبانيا بوقوع أزمة في أعداد الطيور الجارحة، لأن عقارًا تَسَبَّب في نفوق مئات الآلاف من الطيور، ودفع ببعض الأنواع إلى حافة الانقراض في قارة آسيا، يهدِّد الآن أوروبا بالمصير ذاته. وهو ما يشير إلى وجوب توقُّف «الوكالة الأوروبية للأدوية» EMA عن استعمال هذا العقار.

وقعت هذه الأزمة في إسبانيا منذ عامين. ومؤخرًا، تم تحديد السبب المرجَّح لنفوق النسور، وهو دواء يُعطَى للماشية (//:I. Zorrilla *et al*. *Conserv*. *Biol*. http doi.org/wf5; 2014)، وتُظْهِر الحوادث في آسيا المدى الذي ستكون فيه العواقب وخيمة. ففي تسعينات القرن العشرين، نفقت النسور في شبه القارة الهندية بأعداد هائلة، وفقدت بعض أنواع الطيور أكثر من 95% من تعدادها، وكانت العواقب كارثية، فبينما خلت السماء من الجوارح، تُركَت الماشية النافقة لتتعفن في الحقول، لا تجد مَنْ يتغذى عليها.

وأخيرًا، ألقى البحث باللائمة على العقار «دِيكلُوفِيناك» diclofenac المضاد للالتهاب، الذي استُخدم على نطاق واسع في علاج الماشية من أعراض مختلفة، تبدأ من الالتهاب الرئوي، وتنتهي بالتهاب الضروع. وبالرغم من أن العقار غير ضار بالنسبة إلى الأبقار، إلا أنه سام بدرجة شديدة بالنسبة إلى النسور، التي تتغذى على الجِيَف(J. L. Oaks *et al*. *Nature* **427**, 630–633; 2004).

نتيجة لذلك.. وضعت الهند، وباكستان، ونيبال قيودًا ثقيلة على استخدام العقار في الثروة الحيوانية. ورغم أن النشطاء يقولون باستخدام البيطريين لزجاجات عقار مخصصة ـ في الأساس ـ للبشر، إلا أن الخطر على جوارح آسيا قد تضاءل. لم تتعافَ أعداد الطيور بعد، وما زالت بعض الأنواع في تناقص، لكن هناك أمام الطيور ـ على الأقل ـ حاليًا ـ فرصة للبقاء.

أمّا أوروبا، فتمضي في المسار العكسي.. فرغم تحذيرات العلماء، أجازت إسبانيا ـ موطن الغالبية العظمى من نسور أوروبا ـ العام الماضي استعمال "ديكلوفيناك" للماشية. وتنظر الوكالة الأوروبية للأدوية في المخاطر الناجمة عن الدواء؛ لتقرِّر ما ستفعله بشأنها.

يُعَدّ اكتشاف احتمال أن نسر عام 2012 خَرَّ صريعًا بسبب دواء شبيه، يُطلق عليه «فلانيكسين» flunixin، انظر: (*Nature* http://doi.org/wfx; 2014)، مثيرًا للقلق لسببين: أولاً، أنه يُظْهِر أن «ديكلوفيناك» ليس المنتج الوحيد في الفئة المعروفة باسم «العقاقير المضادة للالتهاب غير الاستيرويدية» (NSAIDs)، التي تمتلك القدرة على قتل النسور والطيور الجارحة الأخرى. ثانيًا، يدل الاكتشاف على أن جِيَف الماشية الحاملة لكميات كبيرة من هذه الأدوية تصل إلى سلسلة غذاء الحيوانات البرية في أوروبا. وفي هذه الحالة، يُحتمل وصولها عن طريق التقليد الإسباني في تجميع الجِيَف في صورة مِكَبّ نفايات كغذاء للحيوانات «muladares».

يتعين حاليًّا أن تتحرك الوكالة الأوروبية للأدوية، لوضع قيود شديدة - إن لم يكن فرْض حظر ـ على استخدام عقار «ديكلوفيناك» في الثروة الحيوانية. وهناك بالفعل عقار بديل متوفر، لا يضر بالنسور، هو «ميلوكسيكام» meloxicam، ينبغي أن يستخدمه الأطباء البيطريون في المقام الأول. وكما طالب الباحثون، الذين نشروا عن النسر صريع دواء «فلانيكسين»، يجب أن يأخذ المنظمون بعين الاعتبار آثار كل فئة "العقاقير المضادة للالتهاب غير الاستيرويدية" المستخدَمة في الثروة الحيوانية على النسور. ورغم أن «ديكلوفيناك» قد يكون الأكثر فتكًا، يجب أن نعرف ما تمثله أيضًا العقاقير الأخرى من تهديد على الطيور التي تتغذى على الجِيَف، وكيف يمكن التعامل معها.

على المدى الطويل، يَلْزَم المنظمون في إسبانيا وبقية دول الاتحاد الأوروبي أن يبحثوا في كيفية السماح لعقار تتوافر فيه هذه الأدلة بشأن أضراره البيئية بأنْ يصل إلى السوق.

إنّ إسبانيا معقل هام للنسور، وهذا وحده قد يكون سببًا كافيًا للنظر بجدية في تقييد استخدام عقار «ديكلوفيناك»، لكن على الاتحاد الأوروبي أن يمثل قدوة تَحتذِي بها بقية دول العالم.. فإذا سَمَحَ باستمرار استخدام «ديكلوفيناك»؛ يمكن لبلدان ـ مثل الهند ـ أن تقرِّر التخفيف من قيودها المفروضة على استخدامه، وقد تعيد دولٌ أفريقية التفكير في خططها؛ لحظر العقار. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp



ينبغي على الدول المتقدمة ألا تخشى من إرسال مساعدات؛ لمواجهة فيروس الإيبولا

يقول **تيم إنجليز** إن التوتر والصِّيت السيئ المرتبطين بمرض الإيبولا يعرقلان قدرة أستراليا واستعدادها للمساعدة في الجهود الرامية إلى مكافحة المرض في أفريقيا.

أدّت واقعة تَفَشِّي مرض الإيبولا إلى انتصار العلوم المنطقية على الخوف والخرافات. ويتجلى لنا ذلك في أفريقيا، حيث إنّ جريمة القتل التي وقعت في سبتمبر الماضي، وراح ضحيتها ثماني أشخاص كانوا يعملون على رفع الوعي بالمرض على مقربة من مدينة نزيريكور، جنوبي غينيا، مثال مأساويّ. ومن الغريب أننا نرى المثال نفسه حتى في الدول العلمية الكبرى.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية، على سبيل المثال، وُجِدَ أن النقاش الدائر حول كيفية استجابة الشعب للمرض استخفَّت به وسائل الإعلام، وقوَّضه الذعر السياسي من الحالات المرضية في الداخل؛ وهناك دعاوى لحظر الرحلات بالكامل القادمة من المناطق المنكوبة بالمرض. وهنا في أستراليا، تردَّدت الحكومة بشأن إرسال رجال للمساعدة في مكافحة انتشار المرض، حتى تحصل على ضمانات من الدول الأقرب إلى مناطق التَفَشِّي بأن رجالها سيحصلون على علاج في حالة إصابتهم بالمرض. والأدهى من ذلك.. أن العاملين في المجال الصحي، الذين انتقلوا طواعية إلى المنطقة المنكوبة؛ للمساعدة في مكافحة المرض، وُجِّهَت إليهم انتقادات شديدة، لأنهم عادوا إلى أستراليا.

لقد انتُقِدَ هؤلاء ـ ومن بينهم ممرضة أصيبت بحُمَّى بعد عودتها إلى أرض الوطن (لكنها لم تُصَب بالإيبولا) ـ من قِبَل السّاسة والصحافة، لتعريضهم حياة أبناء وطنهم للخطر، رغم اتباعهم للإرشادات الصادرة عن خبراء، وخضوعهم للحجر الصحي أنفسهم.

> تعتبر **المعامل المحمولة** التي بإمكانها تتبع فرق مكافحة المرض ذات **أهمية كبرى** لردة الفعل هذه.

إن الخطر الذي تمثله الحالات القليلة الحاملة للمرض إلى أرض الوطن محدود. فأستراليا تمتلك الإجراءات والموارد والمنشآت الكافية هنا؛ لتقويض خطر الانتقال الثانوي للمرض. والدول المتقدمة الأخرى على أهبة الاستعداد لقبول هذا الخطر، لأنها تعي الحاجة الماسة والمُلِحَّة للتعامل مع تَفَشِّي المرض في أفريقيا. وتتنبأ النماذج الرياضية بأن انتقال المرض سيستمر لعدة أشهر، حتى وإنْ استقر معدل التوسع قريبًا. ومن الواضح أن العدد الكبير لحالات العدوى يزيد من احتمالات تصديرها، وأن جينوم المرض سيستمر في التحور والتحول. تكمن المشكلة الحقيقية في أن التهديد المعرَّض له أستراليا والولايات المتحدة وغيرهما من الدول المتقدمة سيكون أخطر خلال الأشهر الستة القادمة. وأفضل دفاع يكمن في وجوب التصرف الآن، وفي أفريقيا تحديدًا.

أعتقد أن أستراليا يمكنها التعامل مع الحالات الفردية. لِمَ إذن لا يبدو أن السّاسة والعامة يشاركونني هذه الثقة؟ صحيح أننا لا نفهم فيروس الإيبولا فهمًا وافيًا (انظر صفحة 554 في عدد 30 أكتوبر من دورية *Nature* الدولية)، وعندما يكون العلم قاصرًا، فإن رد الفعل التقليدي للأمراض المعدية هو الخوف عادةً، لكن قبل أن نبادر بالنقد اللاذع، يتعين على العلماء إدراك أن بعض ردود أفعال العامة والسّاسة مدفوعة بالغموض الذي خلقناه حول الإيبولا وغيره من العوامل الفيروسية النزفيّة المسبِّبة للحُمَّى.

على سبيل المثال.. عندما بدأ المرض يتفشى، أقرَّت مراكز أبحاث طبية حيوية عديدة في أستراليا سريعًا إجراءات لفحص الحالات المشتبه فيها؛ وجاءت نتائج الفحوص سلبيةً حتى الآن. ولأننا كنا تَوَّاقِين لطمأنة الناس، والتباهي بالجهود الناجحة التي أنجزتها معامل الصحة العامة، استضفنا وسائل الإعلام خارج المعامل المشددة أمنيًّا. وكان من المفترض أن تكون الرسائل الموجهة إلى الإعلام مُطَمْئِنَة، لكن صور العاملين وهم يدلفون إلى المنشآت الآمنة في حُلل الحماية خاصتهم ـ المصنوعة من مادة التايفيك ـ كانت لا توحي بالطمأنينة قط. لم يكن هذا المقطع مفيدًا في تغيير وجهة نظر الجمهور، الذي تعتمد ثقافته على الصورة الذهنية المستقاة من أفلام الكوارث، أكثر من علم البيولوجيا الجزيئية. وحقيقة الأمر أنها ربما جعلت الموقف أسوأ، دون قصد، ورسَّخت الانغماس الداخلي في فكرة حماية الحدود.

إن الأبحاث الجارية على فيروس الإيبولا متخلِّفة عما تستدعيه الحاجة الإكلينيكية، لكننا أحطنا بالكثير من المعلومات عن طبيعته الفيروسية ومناعته وطبيعته الوبائية الجزيئية خلال الأشهر التسعة الماضية. هنا، يستطيع العلم أن يقترح وسيلة للارتقاء بمستوى ردّ الفعل الدولي. وحاليًّا، تميل الموارد المعملية ـ بما في ذلك الموارد المُرسَلة من الخارج ـ إلى التمركز في المناطق المنكوبة بالمرض، لكنْ إذا أردنا حصر التَفَشِّي الخارجي للفيروس، فما مِن منطق في إلهاء منشآت الفحص تلك بعيِّنات، احتمالات إصابتها بالفيروس عالية جدًّا، والاتجاه إلى إقامة منشآت أخرى جديدة. يجب أن نركز جهودنا على دعم الفحوص ذات النتائج الإيجابية الكبيرة لفِرَق مكافحة الأوبئة الميدانية، التي تعمل على حدود منطقة تَفَشِّي الفيروس.

هذا من شأنه أن ينتقل بالتشخيص إلى الأماكن المحتمَل إصابة الموجودين فيها بالفيروس أكثر من غيرهم، بدلاً من إرسال هؤلاء ـ أو عيِّنات دمائهم ـ إلى المراكز، حيث يتمركز المرض. يمكن أن يساعد هذا على توجيه رد فعل الإجراءات المضادة في الأماكن التي من المحتمَل أن يكون له الأثر الأكبر عليها. وبالنظر إلى عدد الحالات المتزايد للحالات الجاري التعامل معها وأرقام الوفيات، ينبغي أن نجرِّب هذه التجربة كأولويّة قصوى.

تُعتبر المعامل المحمولة، التي بإمكانها تتبُّع فرق مكافحة المرض، ذات أهمية كبرى لرد الفعل هذا. وجدير بالذكر أن فريقي يمتلك معملاً محمولاً. وقد قمنا بتطوير واختبار معمل جزيئي محمول في أماكن أخرى منكوبة بفيروسات ناشئة، بما في ذلك فيروس الإنفلونزا الوبائي. وإنها لخطوة فنية بسيطة ساعية لنقل الإجراءات الاستقصائية المعملية (الثابتة) للحامض النووي الريبي لفيروس الإيبولا إلى جهاز تدوير حراري محمول.

لقد تطوَّع الزملاء، وأصبحنا على استعداد لاختبار المعمل المحمول في الظروف الاستوائية لمنطقة شمال أستراليا الغربية خلال الأسابيع المقبلة، عاقِدين الآمال على العمل في غرب أفريقيا بحلول نهاية العام الجاري.

ماذا سنجلب معنا إلى أرض الوطن؟ على العكس من طاقم العمل الصحي، من المستبعَد أن نتعامل وجهًا لوجه مع المرضى الفعليين. إن عيِّنات الدم التي نتعامل معها قد تكون مُعدية جدًّا، لكنني أحتج بأنّ الباحثين الذين يحيطون علمًا بالطبيعة البيولوجية لفيروس الإيبولا يتمتعون بوعي كبير بالمخاطر المهنية، ويعرفون كيف يخفِّفون من وطأة تلك المخاطر. ومن ثم، تستطيع أستراليا أن تقدم إسهامًا فعالًا في جهود مكافحة الفيروس، دون مخاطرة كبيرة تحدق بسكانها.

لقد أثبتت التجربة الماضية أن المكافحة الفعالة للعدوى بحاجة إلى أساس علمي متين، ولا غِنى عن العلماء في الخطوط الأمامية، فالأمر يستحق المخاطرة. ■

تيم إنجليز اِخْتِصَاصِيّ الميكروبيولوجيا بجامعة غرب أستراليا، بضاحية نيدلاندز.
البريد الإلكتروني: tim.inglis@uwa.edu.au

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/LbiTVp

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث

مستقبل عاصِف للدراسات البيئية طويلة المدى


TOM FINCH

يحذِّر **تيم بيركهيد** من الأولويات الجديدة الخاطئة لجهات التمويل، بعد إيقاف مشروع بحثي استمر لمدة أربعين عامًا لفَهْم طيور البحر، وحمايتها.

في الأشهُر الأولى من العام الجاري، ضربت سلسلة من العواصف العنيفة الساحلَ الغربي لأوروبا، وعانت طيور البحر كثيرًا، لكي تحصل على غذائها، وسط الأمواج المضطربة، التي قذفت بنحو 40 ألف طائر نافق منها على الشاطئ. ومن المتوقع أن يؤدي التغير المناخي إلى زيادة تكرار مثل هذه العواصف. وحتى نفهم تأثير ظاهرة الاحترار العالمي على المنظومة البيئية، يجدر بنا أنْ نحلِّل تأثير مثل هذه العواصف على الكائنات الحية وسلامتها.

حتى وقت قريب، كنتُ في موضع ممتاز يؤهلني لإجراء هذا التحليل. فعلى مدار 40 سنة، درستُ طيور الجلموت (guillemots) التي تعيش في جزيرة سكومر، قبالة سواحل ويلز. وكشفَت أبحاثي أن هذه الطيور ـ على سبيل المثال ـ أصبحت تتناسل أسبوعين مبكرًا قبل موعدها، مقارنةً بما كانت تفعل في السبعينات، بسبب التغير المناخي على الأرجح.

إنّ هذا النوع من الأبحاث ليس سهلًا، فقد استغرق مِنِّي فَهْم حياة هذه الطيور أربعة عقود، لكي أجمع البيانات الضرورية، إذ يتطلب ذلك قياسات دقيقة لمتوسط عمر طيور الجلموت البالغة، وعدد الفراخ التي تفقس من بيضها، وعمرها عندما تبدأ في التكاثر، ونسبة الطيور الصغيرة التي تعيش إلى عدد الفراخ الفاقسة، وهكذا... لكن الأمر لم يعد كذلك الآن، إذ تبخَّرت قدرتي على إجراء هذا البحث مع تجمُّد تمويل المشروع، ولم يعد لديَّ من المال ما أدفعه لباحث مساعد؛ كي يساعدني في تحديد وحصر الطيور التي استطاعت الصمود أمام هذه العواصف.

لتقييم تأثير هذه العواصف، نحتاج إلى جمع البيانات من موسم التناسل في عام 2015؛ لدعم النماذج الإحصائية التي نستخدمها لحساب عدد الطيور الناجية. ومن المحبِط أن المسؤولين اختاروا هذه اللحظة لإيقاف التمويل، عندما سنحت لنا فرصة ذهبية لتقييم تأثير التغير المناخي على طيور البحر.

تمثل طيور الجلموت أحد أوفر طيور البحر عددًا، وتمثل مؤشرًا ممتازًا لسلامة الحياة البحرية. فعلى سبيل المثال.. تضررت هذه الطيور كثيرًا من التلوث البحري بالنفط، ونفقت الآلاف منها بسبب تسرُّب النفط، كهذا الذي حدث عندما غرقت ناقلة النفط «توري كانيون» *Torrey Canyon* في عام (1967)، و«إريكا» *Erika* في عام (1999). وكان لمثل هذه الكوارث نصيب كبير في تذبذب أعداد طيور الجلموت خلال الثمانين عامًا الماضية.

في الثلاثينات، توقفت أعداد طيور الجلموت التي تعيش في جزيرة سكومر عند 100 ألف زوج. وقبل عام 1972، عندما بدأتُ دراستهم، انخفضت الأعداد إلى 2000 زوج، بسبب البقع النفطية المتسربة من السفن الغارقة بالقرب منها خلال الحرب العالمية الثانية. ومنذ الثمانينات، بدأت أعدادهم في الازدياد، وأصبح هناك ما يقرب من 25 ألف زوج.

على مدار العشرين عامًا الماضية، قام مجلس ويلز الريفي بتمويل هذه الدراسة، التي تهدف إلى فَهْم الجوانب الأحيائية لطيور الجلموت، وإنشاء نظام علمي للمراقبة الصارمة. وفي عام 2013، خضع المجلس لهيئة جديدة، هي هيئة «ويلز للموارد الطبيعية» NRW، التي أوقفت تمويلًا قيمته 12 ألف جنيه استرليني (19 ألف دولار) في السنة.

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/6381k5

برَّرت هيئة «ويلز للموارد الطبيعية» بأن هناك نقصًا في المال، لكنني أعتقد أن هذه الخطوة ترجع إلى تغيُّر في الأولويات. فيبدو أن هيئة «ويلز للموارد الطبيعية» لا تقدِّر قيمة ما حققته دراستي من فحص شامل لسلامة طيور الجلموت. وهناك شعور بأن إجراءات الحِفاظ والرَّصْد ممارسات علمية منخفضة الجودة، وينبغي أن تكون رخيصة، بل إن هناك شعورًا بأن المراقبة ليست مهمة أو مجدية.

يمثل استمرار التمويل مشكلة كبرى لكل علماء الأحياء الذين بدأوا دراسات طويلة المدى. فأغلب المِنَح البحثية تتراوح ما بين 3 و5 سنوات، لكنْ في ظل المناخ الاقتصادي الحالي، من الصعب التنبؤ بتجديد التمويل. وبالطبع، يحلم جميع الباحثين باستمرار التمويل، لكن الدراسات البيئية طويلة المدى تمثل حالة خاصة، فهي غالبًا ما تنجح بشكل غير مباشر في الوصول إلى اكتشافات جديدة، لأن الباحثين يحيطون علمًا بالأجناس أو أنواع الكائنات التي يدرسونها في مختلف ظروف البيئة المتنوعة.

> هناك **شعور** بأن إجراءات الحِفاظ والرَّصْد ممارسات علمية **منخفضة الجودة** وينبغي أن تكون رخيصة.

لقد أثبتت دراسات الكائنات الحية طويلة المدى ـ على سبيل المثال ـ أن إناث الشمبانزي، بخلاف إناث البشر، لا تمر بمرحلة انقطاع الطمث وفقدان القدرة على التكاثر. وكشفت هذه الدراسات أن العمر الذي تبدأ فيه طيور الأوز الصامت (mute swans) التوقف عن التكاثر إنما يتحدد بالصفات الوراثية. وأثبتت هذه الدراسات أن العوامل البيئية النادرة ـ مثل النقص الحاد في الطعام ـ تحوِّل الطيور المسالِمة المتعاونة إلى طيور أنانية، تقتل نسل وذُرِّيَّة الطيور الأخرى بكل شراسة ووحشية.

التركيز الحالي لهيئات التمويل الرئيسة على ما يعتبرونه أبحاثًا مفيدة اقتصاديًّا ذات مردود سريع هو تركيز قصير النظر. فعندما بدأتُ دراستي في السبعينات، لم يكن التغير المناخي في حسبان أيّ أحد. وكانت الميزة الرئيسة للدراسات طويلة المدى هي أنها تتيح للباحثين التعامل مع مشكلات لم يتصورها أحد. وإذا كنا نأمل في الحفاظ على بعض الأنواع، فينبغي أن نفهمها، ونفهم الطريقة التي تتأثر من خلالها بالتغيير البيئي.

في عام 1972، كان هدف مشروعي الأصلي للحصول على الدكتوراة، تحت إشراف كريس بيرينز، وديفيد لاك، هو فهم آليّات تدهور طيور الجلموت على جزيرة سكومر. وكان لاك معروفًا بدراساته للظروف البيولوجية للطيور، وهو اهتمام جسَّده في أحد أفضل كتبه «التنظيم الطبيعي لأعداد الحيوانات»، الذي صدر في عام (1954). وما اعتقد كريس أنني قادر على تحقيقه خلال دراسة الدكتوراة في ثلاث سنوات لا يزال أمرًا غامضًا بالنسبة لي، رغم أن طيور الجلموت تعيش 20 سنة على الأقل، ولا تبدأ في التكاثر حتى يصبح عمرها خمس سنوات على الأقل.

بعد أن مضت أربعون سنة، سألني بيرينز عمّا إذا كنتُ سأنتهي من المشروع الذي اختارني له قريبًا، أم سأحتاج إلى وقت أطول. والحقيقة أنني أتمنى بشدةٍ إنهاء المشروع. ■

تيم بيركهيد أستاذ علوم الحيوان في جامعة شيفلد، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: t.r.birkhead@sheffield.ac.uk

أضـواء على الأبحـاث

مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علم الكهرباء الضوئية

ليزر يحرِّك أجسامًا لمسافات طويلة

يمكن لشعاع ليزر أن يحرك مادةً إلى مسافة عشرات السنتيمترات، وفي اتجاهين. وقد استخدمت الحِزَم الجرارة هذه في نقل أجسام صغيرة لمسافات قصيرة للغاية. ولتوسيع نطاق هذا الأمر، أطلق فيسلاف كروليكوفسكي وفريقه البحثي ـ بالجامعة الوطنية الأسترالية في كانبرا ـ شعاع ليزر على كرات جوفاء من الزجاج المغلّف بالذهب في الهواء. قامت الفوتونات بتسخين الكرات، مما أسفر عن اختلاف درجة حرارة سطحيها، البعيد والقريب. وتولّدت عن هذا قوة دَفَعَت الكرات المفرغة في الاتجاه المعاكس للشعاع. ومن خلال تغيير حالة استقطاب الشعاع، تمكَّن الفريق من إيقاف الكرات، أو عكس اتجاهها.

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذه التقنية لجمع عيِّنات عن بُعْد، وفي تطبيقات أخرى.

***Nature Photonics* http://doi.org/wft (2014)**

علم الحيوان

طيور تجعل ألوان أعشاشها مطابِقة

يبدو أن عصافير الزيبرا تموِّه أعشاشها بنشاط عند بنائها. وقد تظهر أعشاش طيور عديدة مموهة، لكن هذا قد يكون نتيجة عرضية لاستخدامها مواد محلية. وبالتالي، تركت إيدا بايلي وزملاؤها –بجامعة سانت أندروز، المملكة المتحدة– حرية الاختيار لعشرين من ذكور عصافير الزيبرا (*Taeniopygia guttata*، **في الصورة**) بين نوعين من الأشرطة الورقية عند بناء أعشاشها: أحدهما مطابق للون القفص والآخر مخالف. وغلب على 14 طائرًا اختيار اللون الذي يطابق زخرفة القفص.

يقول الباحثون إن هذا أول دليل تجريبي على أن الطيور تختار كيفية تمويه أعشاشها.

***The Auk* 132, 11–15 (2015)**



فيزياء الشمس

غلاف الشمس الجوي بؤرة للنشاط

قد تصل درجات حرارة انفجارات البلازما في الغلاف الجوي للشمس إلى ما يقرب من 100 ألف درجة مئوية، وهي أكثر سخونة بكثير مما كان يَتوقع العلماء. يُعَدّ هذا الاكتشاف واحدًا من اكتشافات عدة بشأن المنطقة بين سطح الشمس والحافة العليا من الغلاف الجوي للشمس، أو الإكليل، التي كشفت عنها بعثة التصوير الطيفي لمنطقة السطح البيني للشمس (IRIS) التي أطلقتها وكالة "ناسا". وقد كشفت مركبة الفضاء (في الصورة قبل إطلاقها) أن معظم طاقة التوهجات الشمسية تُوَجَّه إلى إحماء انفجارات البلازما وتسريعها، حسبما أورد فريق بحثي بقيادة هاردي بيتر ـ من معهد ماكس بلانك لأبحاث النظام الشمسي في جوتنجن، ألمانيا.

وقد اكتشف فيجو هانستين وزملاؤه ـ بجامعة أوسلو ـ حلقات قصيرة من البلازما الممغنطة التي تخبو في غضون دقائق، ويمكن أن تساعد في تفسير سبب سخونة الهالة المفرطة.

كما تظهر أحيانًا دفقات من الجسيمات المشحونة ـ عرضها أقل من 300 كيلومتر ـ لمُدَد تصل إلى 80 ثانية، وقد تغذي الرياح الشمسية، وفق رأي هوي تيان وزملائه بمركز هارفارد سميثونيان للفيزياء الفلكية في كمبريدج، ماساتشوستس.

***Science* http://doi.org/wfc; http://doi.org/wfd; http://doi.org/wff (2014)**

علم الإحاثة

حفرية غريبة تنتمي إلى قريب للفقاريات

اتضح أن مخلوقات البحر الغريبة التي عمرها 500 مليون سنة، وتُسمَّى الساكنات القديمة "vetulicolians"، هي أقارب الفقاريات.

ناضَل علماء الإحاثة لتحديد العلاقة بين الحيوانات الحية وهذه الكائنات المنقرضة، وذلك بسبب المزيج الغريب لخصائصها، مثل الشقوق الخيشومية، والبطن المقسَّمة. وقام فريق بحثي بقيادة دييجو جارسيابليدو ـ من جامعة أديليد ـ وجون باترسون ـ من جامعة نيو إنجلاند في أرميدال، وكلتاهما في أستراليا ـ بتحليل أحد الكائنات الأحفورية من جزيرة بجنوب أستراليا. توضح الحفرية ـ التي ترجع إلى نوع جديد، أُطلق عليه *Nesonektris aldridgei* ـ حدود الحبل الظهري؛ وهو هيكل يشبه قضيب، تطوَّر إلى العمود الفقري في الفقاريات. ورغم أنّ *N. aldridgei* بعيد الصلة عن الفقاريات، فإن أقرب الكائنات صلة به هي الغلاليات، وهي اللافقاريات التي تسبح أو تلتصق بصخور تحت الماء. ومن المرجَّح أن الكائن كان حر السباحة، وممن يرشِّح الغذاء، كما يقول الباحثون.

***BMC Evol. Biol.* 14, 214 (2014)**

السرطان

علاج مناعي يهزم اللوكيميا

أدَّى تعديل خلايا مناعية معيَّنة وراثيًّا؛ من أجل قتل خلايا سرطانية في اللوكيميا، إلى الحث على خمود المرض لمدة تصل إلى عامين في أكثر من

LOCKHEED MARTIN

ANDREW WALMSLEY/NATURE PICTURE LIBRARY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نصف المشاركين في مرحلة مبكرة من تجربة إكلينيكية. فقد اختبر ستيفان جرب وزملاؤه ـ بمستشفى الأطفال في فيلادلفيا، بنسلفانيا ـ نَهْجهم على 30 شخصًا يعانون من ابيضاض الدم الليمفاوي الحاد، من بينهم 25 طفلًا، ولم يستجيبوا للعلاج التقليدي، أو تعرضوا لانتكاس. عدَّل الفريق البحثي وراثيًّا الخلايا التائية لمريض؛ للتعبير عن مستقبِل يستهدف الخلية السرطانية البائية، وغرسوا الخلايا التائية مرة أخرى في هذا الشخص. وبعد شهر واحد، كان مرض 27 شخصًا في هدأة. وبعد فترةٍ بلغت سنتين، نجا 78% منهم، وهو معدَّل أعلى بكثير من العلاج الكيميائي. وامتلك مَنْ صار مرضهم في هدأة مستويات عالية من الخلايا التائية المعدلة وراثيًّا في الدم.

ومع ذلك.. أصيب جميع المشاركين بآثار جانبية في صورة التهابات تطلَّبت دخول المستشفى.

***N. Engl. J. Med.* 371, 1507–1517 (2014)**

الإلكترونيات

مستشعِر قائم على سوائل ينثني ويلتوي

يمكن للمستشعِرات الإلكترونية المصنوعة باستخدام سوائل أن تتفوق على الأجهزة المرنة الأخرى التي تحتوي على مكونات صلبة.

تعتمِد غالبية المستشعِرات على معادن صلبة تشكِّل وصلات. ولجعل هذه الأجهزة مرنة، طوَّر علي جافي وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا، بيركلي ـ طريقة لتصنيع وصلة بين سائلين مختلفين، لا تسمح باختلاطهما. ومن أجل إنتاج الوصلة، صنع الفريق سلسلة من القنوات الصغيرة، عرض كل منها حوالي 30 ميكرومترًا، وقد صُممت للسماح بدخول سائل واحد فقط؛ وهو السائل الأيوني. ويتسم السائل الآخر ـ وهو المعدن السائل التجاري "جالينستان "Galinstan ـ بقيمة عالية للتوتر السطحي، تمنعه من دخول القنوات.

وتستطيع المستشعِرات الكشف عن الرطوبة والأكسجين ودرجة الحرارة، حيث كان مستشعِر درجة الحرارة أكثر حساسية بمقدار 17-46 مرة من بدائل مرنة مصنوعة من مكونات صلبة. ويقول الباحثون إن الجهاز قد يكون مفيدًا في مجال الأطراف الاصطناعية، وعلم الروبوت، والخلفيّات الذكية.

***Nature Commun.* 5, 5032 (2014)**

طاقة

منافع الطاقة النظيفة تفوق تكاليفها

من شأن استثمارات واسعة النطاق في طاقة الرياح، والطاقة الشمسية، والطاقة الكهرومائية، أن تضاعف الكهرباء المولدة عالميًّا من هذه المصادر بحلول عام 2050، في ظل تكلفة بيئية متواضعة فحسب. وقد قارن توماس جيبون وزملاؤه –بالجامعة النرويجية للعلوم والتكنولوجيا في تروندهايم– الآثار البيئية لأساليب توليد الطاقة منخفضة الكربون، وتلك القائمة على الوقود الأحفوري، على مدى دورة الحياة الكاملة لهذه المنشآت.

وجد الباحثون أن التلوث الناجم عن إنشاء البنية التحتية للطاقة المتجددة –في نهاية المطاف– طفيف مقارنة بالانبعاثات المباشرة من محطات الطاقة التي تُدار بالغاز أو الفحم، حتى مع احتجاز كمية كبيرة من الكربون المنبعث من هذه المحطات في وقت لاحق وتخزينها.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://doi.org/v8d (2014)**

علم المواد

نباتات تُلْهِم بإنتاج غلاف طبي

هناك غلاف للأجهزة الطبية المزروعة -مثل صمامات القلب الصناعية- من شأنه أن يمنع تكون جلطات الدم، وهي مشكلة شائعة تلتصق فيها خلايا الدم والبروتينات بأسطح هذه الأجهزة. ولجعل الأسطح أقل قابلية لالتصاق المواد بها، هيأ دونالد إنجبر وفريقه البحثي –من جامعة هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس– تقنية مستوحاة من نبات الإبريق آكل اللحوم، الذي لديه طبقة زلقة من الماء تجعل الحشرات تنزلق إلى داخل "فوهة" النبات.

وقد صمم الباحثون غلافًا من طبقتين: الطبقة الأولى تستخدم (هيدروكربون) مشبعًا بالفلور ليرتبط بالسطوح الملساء، والثانية هي غشاء زلق من الهيدروكربون السائل المشبع بالفلور والمتوافق طبيًّا. وتميزت الأنابيب المغلفة بهذه المادة بتراكم أقل للجلطات والكائنات الدقيقة من الأنابيب غير المغلفة عند زرعها في خنازير. ويمكن أن تقلل هذه المادة من الحاجة إلى الأدوية المضادة للتجلط، التي قد تسبب نزيفًا.

***Nature Biotechnol.* http://doi.org/v9j (2014)**

اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

وَصْف باحثين "بالرِّعاع" يثير الغضب

عندما تَبَرَّم ستيفن ماكنايت ـ رئيس الجمعية الأمريكية للكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية (ASBMB) ـ علنًا في عدد سبتمبر الماضي من نشرة الجمعية من "الرِّعاع" الذين تسللوا إلى الأوساط البحثية (انظر: go.nature.com/tu4nun)، سرعان ما وجد نفسه في دائرة ضوء وسائل الإعلام الاجتماعي. قال ستيفن إن نظام مراجعة المِنَح الذي تديره معاهد الصحة الوطنية الأمريكية يخفق؛ ويرجع ذلك جزئيًّا إلى الباحثين متواضعي المستوى، العاملين في لجان المراجعة. كما كتب ماكنايت، الذي يرأس أيضا قسم الكيمياء الحيوية بالمركز الطبي الجنوبي الغربي بجامعة تكساس في دالاس، يقول: "إن العالم العادي اليوم ليس على درجة أسلافنا".

وجد العديد من الباحثين مقالته مهينة. وكتب مايكل هندريكس ـ عالِم الأعصاب في جامعة ماكجيل في مونتريال، كندا ـ في تغريدة: "لو كان لديَّ أي فكرة عما تعنيه جمعية ASBMB@، لألغيت عضويتي اليوم". وأعرب ماكنايت في مقابلةٍ عن ندمه على عدم انتقائه للكلمات، لكنه يدافع عن آرائه.



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric تدعمه ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "Nature" للنشر.

NATURE.COM للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر: www.nature.com/e5exoh

علم الوراثة المجهرية

تبديل جيني يساعد على غزو البكتيريا

تستطيع بكتيريا تتسبب في الالتهاب الرئوي وأمراض أخرى التبديل بين ستة أشكال مختلفة؛ من خلال إعادة ترتيب الجينات الرئيسة، مما يتيح للميكروب تغيير قدرته على نقل العدوى.

تعيش بكتيريا *Streptococcus pneumonia* (**في الصورة**) في الأنف، دون أن تتسبَّب في أذى يُذكر، لكنها قد تسبِّب التهابات خطيرة لدى بعض الناس. لذا.. ركَّزَ مايكل جينينجز ـ من جامعة جريفيث في ساوثبورت، أستراليا ـ وماركو أوجيوني ـ من جامعة ليستر، المملكة المتحدة ـ وزملاؤهما على مجموعة محددة من الجينات تضم نظامًا يُسمى SpnD39III في سلالة هذا النوع من البكتيريا. وجد الباحثون أن إعادة ترتيب هذه الجينات يؤدي إلى ستة تجمُّعات فرعية بكتيرية متمايزة، لكلٍّ نمطه الخاص بتوزيع مجموعات الميثيل على الحمض النووي؛ التي تعدل التعبير الجيني. وقد تسببت التجمعات الفرعية في التهابات متفاوتة الشدة في الفئران.

تشير النتائج إلى مدى تكيُّف هذا المُمْرِض بسرعة مع البيئات المتغيرة، مثلما يتبدل من استعمار غير ضار إلى عدوى بكتيرية غازية.

***Nature Commun.* 5, 5055 (2014)**



DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/VISUALS UNLIMITED/CORBIS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الكواكب

ظَهَرَ جليد عطارد مؤخرًا

يُعَدّ الجليد في قطبي عطارد حديث الظهور نسبيًّا، وهو اكتشاف قد يساعد على إنهاء جدل حول ما إذا كان الجليد قد صمد لمليارات السنين على الكوكب الأقرب إلى الشمس، أم لا. من خلال استخدام بيانات من المركبة الفضائية "ماسِنْجر" MESSENGER التابعة لوكالة "ناسا"، درست نانسي شابوت وزملاؤها ـ بمختبر الفيزياء التطبيقية بجامعة جونز هوبكنز في لوريل بولاية ميريلاند ـ كيفية تناثُر الضوء داخل فوهات قطبية خافتة الإضاءة. ووجد الباحثون أن جليدًا عاكسًا للغاية يكسو التضاريس التحتية في فوهة شمالية، تُدعى بروكوفييف. يشير هذا إلى أن الجليد قد ظهر على السطح مؤخرًا نسبيًّا.

خلص الباحثون إلى أن هذا الجليد قد وصل إلى عطارد، إما عن طريق المُذَنَّبات، أو استُخرج من الباطن بواسطة التصادمات التي تضرب سطحه.

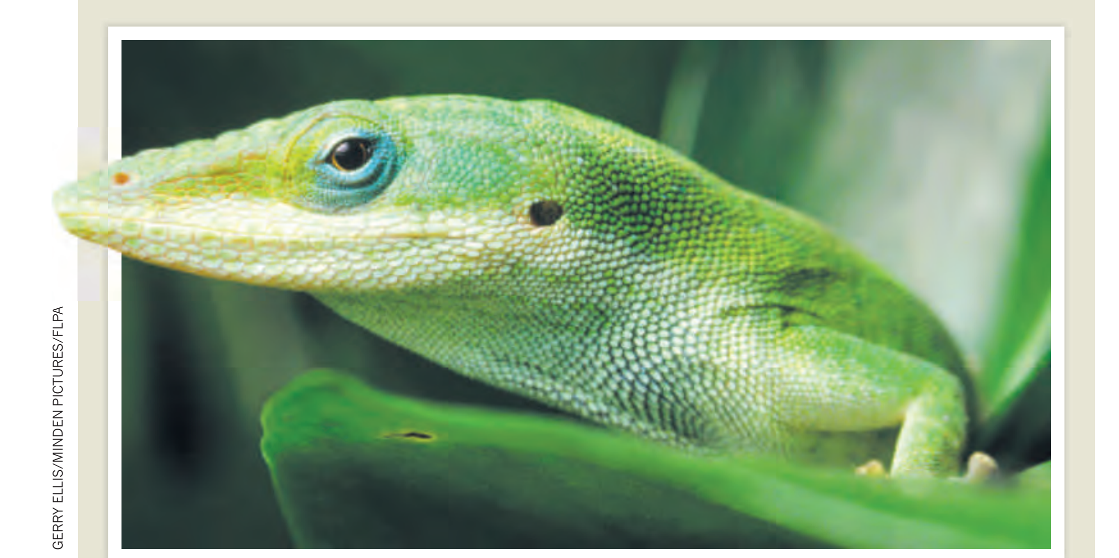
Geology **http://doi.org/wjf (2014)**

علم الفطريات

العمل الجماعي يساعد الخميرة على العدوى

إنّ الاستجابات المناعية التي ينبغي أن تكافح المرض الذي تسببه الخميرة تجعل الفطر ينمو بدلًا من ذلك، مما قد يفاقم فُرَص حدوث العدوى. فقد درس روبن ماي وزملاؤه ـ بجامعة برمنجهام، المملكة المتحدة ـ سلالات *Cryptoccocus gattii*، يمكن أن تسبِّب التهاب السحايا وغيرها من المشكلات. ووجد الباحثون أن الجزيئات المحتوية على الأكسجين، وينتجها العائل كآلية دفاع، تجعل بعض الخلايا الفطرية ساكنة وتقاوم الاستجابات المناعية. وتتكاثر الخلايا المتبقية بسرعة، مما يؤدى إلى زيادة عامة في أعداد الخلايا. هذا.. وقد اشتملت الخلايا المقاومة على عضيّات منتجة للطاقة، تُسمى ميتوكوندريا، كانت أنبوبية الشكل.

تشير هذه النتائج إلى أن الخلايا الفطرية تعمل كفريق واحد أثناء العدوى، حيث تساعد الخلايا غير المنقسمة الخلايا المجاورة على النمو بسرعة.



GERRY ELLIS/MINDEN PICTURES/FLPA

تطور

سَحالٍ تتكيف بسرعة مع الغُزَاة

سرعان ما طوَّرت سَحالٍ في ولاية فلوريدا بعض صفات؛ جعلتها متسلقةً للشجر بشكل أفضل؛ ربما استجابةً منها لمنافِس غازيّ. انتشرت سحالي الأنول الكوبية البُنِّيَّة *Anolis sagrei* على مدى العقود القليلة الماضية في أنحاء جنوب شرق الولايات المتحدة، حيث نافست سحالي الأنول الخضراء المحلية (*Anolis carolinensis*، في الصورة) على الأراضي والغذاء. وقد أدخل يويل ستيوارت وزملاؤه ـ بجامعة تكساس، أوستن ـ أعدادًا صغيرة من النوع الغازي في ثلاث جُزُر في بحيرة مركزية بفلوريدا، ووجدوا أن سحالي الأنول الخضراء المحلية تقبع على الأشجار في مستوى أعلى من السحالي المحلية في الجُزُر القريبة التي لم تتعرض لغزو. وبعد 20 جيلًا فقط من السحالي، وجد الفريق أن السحالي المحلية في الجُزُر المجتاحَة طَوَّرَت وِسَادَات أكبر بأصابع الأقدام؛ ربما لمساعدتها على التشبث بفروع أقل متانةً في أعالي الأشجار.

يقول الباحثون إن المنافَسة بين الأنواع وثيقة الصلة قد تؤدي إلى تغيُّر تطوُّري سريع يمكن رصده.

Science 346**, 463–466 (2014)**

Nature Commun. **5, 5194 (2014)**

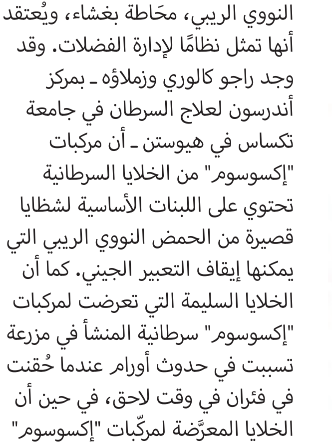
سلوك الحيوان

الشمبانزي يخطِّط للحصول على طعامه

تنظِّم قردة الشمبانزي البرية يومها؛ بهدف تحسين فرصة العثور على فاكهة لذيذة على الفطور. يحب الشمبانزي (*Pan troglodytes verus*) التين الناضج (**في الصورة**)، لكن هذه الولائم متاحة فقط لفترات قصيرة من الزمن، وتنشدها حيوانات أخرى. ولمعرفة كيفية حصول الشمبانزي على الفاكهة الثمينة، راقبت كارلين جانمات وزملاؤها ـ بمعهد ماكس بلانك للأنثروبولوجيا التطورية في لايبزيج، ألمانيا ـ خمس إناث شمبانزي برية في متنزّه تاي الوطني في ساحل العاج لمدة 275 يومًا على مدار عامين. ووجد الباحثون أنه عندما كان التين ناضجًا، غادرت الحيوانات أوكارها قبل الفجر غالبًا، ورحلت في وقت أبكر عندما كانت شجرة التين أبعد.

من المرجَّح أن هذا التخطيط المرن قد دعَّم تطور الأدمغة الكبيرة التوّاقة إلى السعرات الحرارية في الرئيسيات الأخرى، وأسلاف الإنسان القديم، كما يقول الباحثون.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/ws6 (2014)**



FERRERO-LABAT/ARDEA.COM

السرطان

أورام مرتبطة بفضلات خلوية

قد تتسبب الفضلات المطروحة من الأورام في أن تصير الخلايا السليمة القريبة خبيثة. تتخلص خلايا عديدة من مركبات "إكسوسوم"؛ وهي حزَم من البروتينات، والحمض النووي، والحمض النووي الريبي، محَاطة بغشاء، ويُعتقد أنها تمثل نظامًا لإدارة الفضلات. وقد وجد راجو كالوري وزملاؤه ـ بمركز أندرسون لعلاج السرطان في جامعة تكساس في هيوستن ـ أن مركبات "إكسوسوم" من الخلايا السرطانية تحتوي على اللبنات الأساسية لشظايا قصيرة من الحمض النووي الريبي التي يمكنها إيقاف التعبير الجيني. كما أن الخلايا السليمة التي تعرضت لمركبات "إكسوسوم" سرطانية المنشأ في مزرعة تسببت في حدوث أورام عندما حُقنت في فئران في وقت لاحق، في حين أن الخلايا المعرَّضة لمركّبات "إكسوسوم"

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طبيعية لم تفعل ذلك.

تسبَّبت عيِّنات مركَّبات "إكسوسوم" من نساء مصابة بسرطان الثدي أيضًا في إصابة 5 فئران بأورام من 11 فأرًا، تمت معالجتها بالمركبات. قد تساعد هذه النتيجة على اكتشاف علامات لتطور المرض، بل وقد تمثل سبيلًا لعلاجات جديدة للسرطان.

Cancer Cell **http://doi.org/wkg (2014)**

علم الفيروسات

فأر معدَّل لأبحاث الإيبولا

للتغلب على نقص نماذج الفئران الجيدة لإجراء دراسات الإيبولا، استحدث باحثون فأرًا تظهر عليه الأعراض المميزة لعدوى فيروس إيبولا، وهو ما قد يكون مفيدًا في تطوير عقاقير ولقاحات.

قام فريق بحثي بقيادة مايكل كاتز ـ من جامعة واشنطن، سياتل ـ بتهجين ثماني سلالات من الفئران؛ لإنتاج مستعمرة لها خلفية وراثية متنوعة. وعندما تمت إصابتها بنسخة من فيروس إيبولا، جرى تكييفها للفئران. ظهرت على الفئران مجموعة واسعة من الاستجابات تتراوح بين أعراض لا يمكن ملاحظتها إلى حُمَّى نزفية حادة. وأبدت الفئران التي ظلت على قيد الحياة اختلافات فسيولوجية أساسية، مقارنة بالحيوانات المعرضة للإصابة، كوجود خلايا مناعية تعمل على نحو أفضل. وربط الباحثون هذه الاختلافات بمغايرات الجينين *Tek* و*Tie1*.

Science **http://doi.org/ws4 (2014)**

YONG-LAI ZHANG, HONG-BO SUN/JILIN UNIV.

المواد

جهاز يَحْني الضوء من جميع الزوايا

اكتشفت مادة يمكنها أن تحرف انكسار ضوء الأشعة تحت الحمراء من أي زاوية تقريبًا، مما يمهد الطريق لأنواع جديدة من الأجهزة البصرية. تتكون تلك المواد الخارقة metamaterials من هياكل صغيرة، تضبط سلوك الموجات الكهرومغناطيسية بأساليب من المستحيل تحقيقها باستخدام مواد طبيعية، لكنها تعمل فقط مع موجات طويلة، أو مع الضوء القادم من اتجاهات معينة. ولإنشاء هذا الهيكل البنيوي، قام تاكو تاناكا وزملاؤه ـ بمختبر رايكن للمواد الخارقة في سايتاما، اليابان ـ أولًا ببناء قالب مسطح من بوليمر محفور، وسيليكون، وشرائط معدنية. وعند تعريضه للهواء، تسبَّبت الجهود بالشرائط في التفافها إلى حلقات ثلاثية الأبعاد، وهي بِنْيَة تحني ـ بشكل غير طبيعي ـ الضوء القادم من أي زاوية تقريبًا.

في نهاية المطاف، يقول الباحثون إن النهج يمكن استخدامه في أجهزة معينة، مثل العدسات الفائقة؛ التي تتيح للعلماء رؤية ما وراء حدود العدسات التقليدية.

Adv. Opt. Mater. **http://doi.org/ws3 (2014)**

تغيُّر المناخ

جليد جرينلاند رهن سيطرة المحيط

في ظل احترار المناخ، قد تتسبب التغييرات في المحيط حول جرينلاند في ذوبان الغطاء الجليدي، الذي يبدو مستقر حاليًّا.

لقد استخدمت كاميل ليك وزملاؤها ـ بجامعة أكسفورد، المملكة المتحدة ـ بيانات من نموذج مناخ متكامل؛ لدراسة السيناريو الأسوأ: وهو زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة 2% سنويًّا لمدة 70 عامًا، حتى تصير أربعة أضعاف المستوى الحالي. وجد الباحثون أن التغيرات الناجمة عن ذلك في دوران المحيطات ستسهم في ارتفاع درجة حرارة المحيطات في أنحاء المنطقة بأكملها، بمقدار يصل إلى 5 درجات مئوية في بعض الأماكن. وسوف يؤدي هذا إلى زيادة ذوبان المثالج المنتهية بالبحر في معظم أنحاء جرينلاند.

يشير احتمال فقدان الجليد على نطاق واسع إلى أن مراقبة الغطاء الجليدي لا ينبغي أن تقتصر على مناطق الذوبان السريع الحالي، وفق رأي الباحثين.

Clim. Dynam. **http://doi.org/wsq (2014)**

علم مواد

أشعة الشمس تحرِّك آلات الجرافين

يمكن تصنيع آلات تتحرك عن طريق الانحناء؛ استجابةً للرطوبة، من خلال تعريض صفائح رقيقة من أكسيد الجرافين لأشعة الشمس.

فقد قام فريق بحثي بقيادة هونج-بو سون ـ من جامعة جيلين في مدينة تشانجتشون، الصين ـ بتركيز أشعة الشمس على جانب واحد من ورق أكسيد الجرافين. استحثت الأشعة فوق البنفسجية تفاعلًا شَحَنَ السطح بشحنة سالبة، بحيث يصد المياه بقوة أكثر من الطبقة التحتية، مما تسبَّب في تجعُّد الورقة في ثوان عند تعرُّضها لرطوبة. كما شكَّل فريق الباحثين مخلبًا من ورق، يُغلق عندما يقترب منه إصبع مبلل بالعرق، وروبوت ورقي (**في الصورة**) يزحف عندما يتم رفع نسبة الرطوبة في بيئته، أو خفضها. يقول الباحثون إنه يمكن استخدام المواد في أجهزة تشمل مستشعرات ومنسوجات ذكية.

Adv. Mater. **http://doi.org/wjj (2014)**







الكيمياء

اهتزازات تسفر عن رابطة من نوع جديد

تشير الحسابات إلى احتمال تكوُّن رابطة كيميائية من نوع جديد، طرحت في الثمانينات، في تجربة جرت في عام 2012، وقَرَنَت بين ذرتي بروم وشكل غريب من الهيدروجين.

يتماسك الجزيء BrHBr من خلال قوى جذب كهروستاتيكية ضعيفة معروفة باسم قوى فان دير فال. وقد حسب يورن مانز وزملاؤه ـ بجامعة شانشي في تايوان، الصين ـ ما يمكن أن يحدث إذا تم تبديل الهيدروجين بنظير أخف يدعى ميونيوم، وفيه يحلّ جسيم أولي موجب الشحنة يُسمى مضاد الميون محل البروتون. وتوقَّع الباحثون أن جزيء BrMuBr لن يتماسك بواسطة قوى كهروستاتيكية، ولكن برابطة تذبذبية. وسوف تشكل ذرة الميونيوم المكوكية بين ذَرَّتَي البروم نظامًا أقل في الطاقة من اهتزازات جزيء MuBr وحده.

تشير هذه الحسابات إلى احتمال تشكُّل الرابطة في التجربة السابقة، التي جمعت بين الميونيوم والبروم.

Angew. Chem. Int. Ed. **http://doi.org/f2vjn6 (2014)**

اختيـــار المجتمــع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

قواعد قابلية التكرار تكسب دعمًا

بعد عشر سنوات تقريبًا من كتابة نقد لاذع للبحوث الطبية الحيوية، بعنوان "لماذا تكون غالبية نتائج البحوث المنشورة غير صحيحة؟"، نشر العالِم جون يوانيديس ـ من جامعة ستانفورد ـ بحثًا تكميليًّا. ويقترح باحث السياسات الصحية مخطَّطًا لجعل النتائج العلمية أكثر جدارة بالثقة، بما في ذلك زيادة الصدق الإحصائي للاكتشافات، وإيلاء مزيد من الأهمية للنتائج السلبية، وتغيير كيفية كسْب الباحثين للشهرة.

وقد أعرب كثير من المعلِّقين عن دعمهم لبحثه، حتى لو لم يؤمنوا بإمكانية تحقيق التغيير بسهولة. فقد أيَّد سيمون ويلر ـ أخصائي التغذية والصحة العامة في جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة ـ مقترحات يوانيديس، وقال في تغريدة له إنه يجب على العلماء "ابتكار ثقافة، حيث تمثِّل هذه الأهداف هي المعايير والتوقعات، وليس مجرد مُثُل عليا". وكتب مايك واتسون ـ عالم الأحياء الحوسبية بمعهد روزلين في جامعة إدنبرة، المملكة المتحدة ـ في تغريدة قائلًا: "أتفق تمامًا مع جون يوانيديس عندما يقول إن نظام المكافأة العلمي يحتاج إلى تغيير".

PLoS Med. **11, e1001747 (2014)**



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric تدعمه ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "Nature" للنشر.

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/kw7hck

C. ONEZIA/SIF



اكتشاف حلزون يثير الجدل

بعد إعادة اكتشاف حلزون ملون (في الصورة) - سبق أن أُعلن عن انقراضه في عام 2007 ـ على جزيرة ألدابرا المرجانية ضمن مجموعة جُزُر سيشل، تجدد التوتر مرة أخرى حول الدراسة التي نشرتها دورية "بيولوجي ليترز" Biology Letters التي أعلنت اختفاء الحيوان (J. Gerlach *Biol. Lett.* **3**, 581; 2007). في ذلك الوقت، كتب عالِم الأحياء بجامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، كليف هامبلر، وزملاؤه تعليقًا على الدراسة، ناقِدِين أساليبها، كما طعنوا في صحة الادعاءات بانقراض الحيوان، وطالبوا بسحب الدراسة، إلا أن الدورية رفضت نشر التعليق، وظلت اللجنة الدولية للتغيرات المناخية منذ ذلك الوقت تستشهد بهذا الحلزون كأول مثال على انقراض الأنواع بسبب التغير المناخي، إلا أن العاملين بمجال الحفاظ على البيئة أعادوا اكتشاف مجموعة من حلزونات ألدابرا (*Rhachistia aldabrae*) في جزء مُتَرَامٍ من الجزيرة المرجانية في شهر أغسطس 2014. وفي الخامس عشر من أكتوبر الماضي، ذكر رئيس تحرير دورية "بيولوجي ليترز"، ريتشارد باتربي، في إحدى الافتتاحيات أن الدورية دعت هامبلر ليعيد إرسال تعليقه السابق، ليتم نشره، إلا أن الدعوة قوبلت بالرفض.

أحداث

تشغيل تليسكوب

شرع التليسكوب الراديوي فوق جبل كيت بيك في ولاية أريزونا ـ الذي يبلغ طوله 12 مترًا ـ في عمليات الرصد، وفقًا لما أعلن عنه علماء بجامعة أريزونا في مدينة توسون في الثاني من أكتوبر الماضي. التليسكوب هو واحد من ثلاثة نماذج أوَّلية صُنِعت في الأصل من أجل مرصد مصفوفات أتاكاما الملِّيمتري الكبير (مرصد ألما) في شيلي، وسيُستخدَم لدراسة ظواهر معينة، مثل الجزيئات الواقعة في الفراغ بين النجوم، وكذلك الثقوب السوداء شديدة الضخامة. يُذكَر أن الجامعة كانت قد خسرت مناقصة لتليسكوب آخر ذي مجسَّات أوَّلية في عام 2011، حيث من المقرَّر حاليًا إرسال مجسَّاته إلى جرينلاند.

انتقال فيروس الإيبولا

أعلن مسؤلو الصحة في مالي ـ في الرابع والعشرين من أكتوبر الماضي ـ عن حالة الإصابة الأولى بالإيبولا في البلاد، لطفلة عمرها سنتان، قادمة حديثًا من غينيا. بدأت أعراض المرض في الظهور على الطفلة، مثل النزيف الأنفي، حينما كانت لا تزال في غينيا، ثم انتقلت بعد ذلك إلى مالي مع جدتها في التاسع عشر من أكتوبر الماضي. تقول منظمة الصحة العالمية إن هناك فرصًا عديدة لتعرُّض أشخاص كانوا محيطين بالطفلة للإصابة، بينما كانت تسافر بالمواصلات العامة. وصنَّفت المنظمة هذه الواقعة كحالة من حالات الطوارئ. وقد ذكر تحقيق مبدئي أن ثلاثة وأربعين شخصًا اقتربوا من الطفلة، بدون اتخاذ إجراءات الحماية، عشرة منهم يعملون في مجال الرعاية الصحية.

تمويل

دولارات مشروع "برين"

قَدَّمت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية أول دفعة لها من مِنَحِها المخصصة لأبحاث الدماغ من خلال مبادرة "أبحاث الدماغ بالنهوض بالعلوم العصبية المبتكرة"، (مبادرة برين)، وهي تتمثل في مبلغ قدره 46 مليون دولار أمريكي. أعلنت الوكالة عن 58 جائزة في الثلاثين من سبتمبر الماضي، تتراوح قيمة كل منها ما بين 370,000 دولار، و1,9 مليون دولار أمريكي. كما أعلن البيت الأبيض أيضًا عن انضمام منظَّمتين حكوميّتين أخريين، هما إدارة الغذاء والدواء الأمريكية، ووكالة أنشطة مشروعات أبحاث الذكاء المتطورة إلى الجهد المبذول من وكالات متعددة. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/8trpex

أموال من أجل الملاريا

أعلنت مؤسسة "بيل ومليندا جيتس" في الثاني من نوفمبر الماضي عن إسهام قدره 156 مليون دولار أمريكي لمبادرة لقاح الملاريا "باث" PATH. سيدعم التبرع عمليات التطوير في اتجاهين، هما: إنتاج لقاح من أجل الوقاية من الإصابة بالعدوى، بعد التعرض لقَرْص البعوض المصاب، ولقاح آخر يمنع انتقال العدوى إلى البعوض عند قَرْصه المرضى المصابين بالملاريا، مع زيادة التركيز على اللقاحات التي تجمع بين الخاصِّيَّتين.

سياسات

نهاية دَعْم علاج

قرَّرت وزارة الصحة الإيطالية عدم دعم تجربة العلاج بالخلايا الجذعية المثير للجدل، التي كانت قد وَعَدَت بدعمها في العام الماضي، مُنْهِيَة بذلك عامين من الصراع بين مخترع العلاج وعلماء إيطاليين أعلنوا عدم فعالية العلاج، فضلًا عن خطورته المحتمَلة. أعلنت وزيرة الصحة بياتريس لورينزين قرارها النهائي في الثاني من أكتوبر الماضي، بعد أن استندت إلى استنتاجات لجنة الخبراء التي انعقدت بعد حُكْم محكمة ببطلان لجنة سابقة، بسبب ما أبدته من تحيُّز غير قانوني. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/zlryhz.

رمال القطران.. والبيئة

قدمت المفوضية الأوروبية في السابع من أكتوبر الماضي مقترحًا للانسحاب من الخطط المطروحة لتصنيف الوقود المستخلص من رمال القطران بأنه وقود أكثر تلويثًا من أنواع الوقود الأخرى. من جهتها لم توافق الدول الأعضاء بعد على هذه الخطوة، بالرغم من أنها رفضت مقترحًا سابقًا في عام 2012 بالتضييق على الوقود المستخلص من رمال القطران، الأمر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الذي كان سيعيد تصنيف تأثيره البيئي. تخوفت الدول وقتها من أن تثير التغيرات غضب كندا التي فيها امتدادات شاسعة من رمال القطران وتمتلك ثاني أكبر احتياطي للنفط على مستوى العالم. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/yakmur.

تحذير مناخي

حذَّرت اللجنة الحكومية الدولية المعنيّة بتغير المناخ (IPCC) من وقوع تأثيرات "شديدة وواسعة الانتشار وغير قابلة للانعكاس على الناس والأنظمة البيئية" في حال عدم حدوث انخفاض حقيقي في انبعاثات الغازات الدفيئة خلال العقود القليلة القادمة. أدمجت اللجنة هذا التحذير الموجَّه إلى صُنّاع السياسات، في ملخص التقرير التقييمي الخامس لها، الصادر في الثاني من نوفمبر الماضي في مدينة كوبنهاجن حول مخاطر المناخ. يعرض الملخص آخر الإسهامات التي قامت بها مجموعات عمل اللجنة الثلاث في التقييم الخامس، بالإضافة إلى إسهاماتهم في تقريرين مميزين.

أبحاث

المدار القمري

أنهت الصين ـ بنجاح ـ أول مهمة آليّة لها إلى القمر، وعادت إلى الأرض في الأول من نوفمبر الماضي. كان المسبار قد أُطلق في الثالث والعشرين من أكتوبر الماضي، ودار حول القمر، ثم عاد ثانية إلى الأرض، بعد أن نجح في الدخول مرة أخرى إلى الغلاف الجوي الأرضي، والهبوط في منغوليا الداخلية



REN JUNCHUAN/XINHUA/EYEVINE

(في الصورة). لم يكن للمركبة - المُكنّاة بـ"زياوفي" Xiaofei، أو الطيار الصغير- أي أهداف علمية، إلا أنه كان من المقرر أن تَختبر تكنولوجيا خاصة بمهمة "تشانجي 5" Chang'e-5، المقرَّر لها أن تجلب عيِّنات من القمر إلى الأرض في عام 2017. ذلك النجاح الذي حققته الصين يجعل منها الدولة الأولى التي تُطلِق مسبارًا للدوران حول القمر، ثم يرجع إلى الأرض ثانية، منذ أن فعلها الاتحاد السوفيتي السابق في سبعينات القرن الماضي.

منطقة انبعاث الميثان

تنفث بقعة تبلغ مساحتها 6,500 كيلو متر مربع في الجزء الجنوبي الغربي من الولايات المتحدة أكبر تركيزات لانبعاثات الميثان على مستوى البلاد. أطلقت منطقة انبعاث الميثان، الموجودة في تقاطع ولايات أريزونا، وكولورادو، ونيوميكسيكو، ويوتاه، حوالي 0.59 مليون طن من الغازات الدفيئة القوية كل عام بين أعوام 2003 و2009، وذلك طبقًا لتحليل لبيانات الأقمار الصناعية نُشر في التاسع من أكتوبر الماضي، وهو ما فاق تقديرات أرضية سابقة بثلاثة أضعاف (E. A. Kort *et al*. *Geophys. Res. Lett*. http://doi.org/v9f; 2014). صدرت هذه البيانات قبل الانتشار الواسع لاستخدام عمليات التصديع الهيدرولي في المنطقة، مما قاد المؤلفين إلى إرجاع سبب وجود منطقة الميثان النشط إلى التسريبات الناتجة عن استخدام الوسائل الأكثر تطبيقًا لاستخراج الوقود الأحفوري ومعالجته في نيوميكسيكو.

اقتراب مُذنَّب

التقط مسبار كوكب المريخ "مارس ريكونيسانس أوربيتر" Mars Reconnaissance Orbiter صورة لمُذنَّب سايدينج سبرينج C/2013 A1 Siding Spring **(في الصورة)** أثناء عبورة بجوار الكوكب الأحمر في الثالث عشر من أكتوبر الماضي. والصورة التي صدرت في الأسبوع الثالث من أكتوبر الماضي، هي أول صورة على الإطلاق يتم التقاطها لنواة مُذنَّب قادم من سحابة أورط، وهي مخزون من الأجسام المجمدة التي تقع أبعد من بلوتو. واتضح أن حجم نواة المُذنَّب سايدينج سبرينج أصغر مما كان متوقعًا، فقطره يقل عن 500 متر. وقد مَرّ المُذنَّب بجوار المريخ على بعد 138 ألف كيلومتر فقط من سطح المريخ. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/psvju9

جوائز

جائزة مادوكس

مُنحت "جائزة جون مادوكس لتأييد ودعم العلوم" في السابع والعشرين من أكتوبر الماضي لكلٍّ من الفيزيائي ديفيد روبرت جريمز، الذي يُجري أبحاث ما بعد الدكتوراة، والصحفي بجامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، والصحفية المستقلة الأمريكية إيميلي ولينجهام. تُمنح الجائزة تكريمًا لأشخاص يقومون بتعزيز دور العلوم، رغم ما يواجهونه من صعاب؛ من أجل الصالح العام. وتُمنح هذه الجائزة ـ التي سُميت باسم محرِّر سابق في دورية *Nature* ـ بشكل مشترك من الدورية، ومؤسسة "كون" في لندن، ومجموعة حملة "تعزيز الوعي بالعلم" البريطانية. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/rbjzsg.

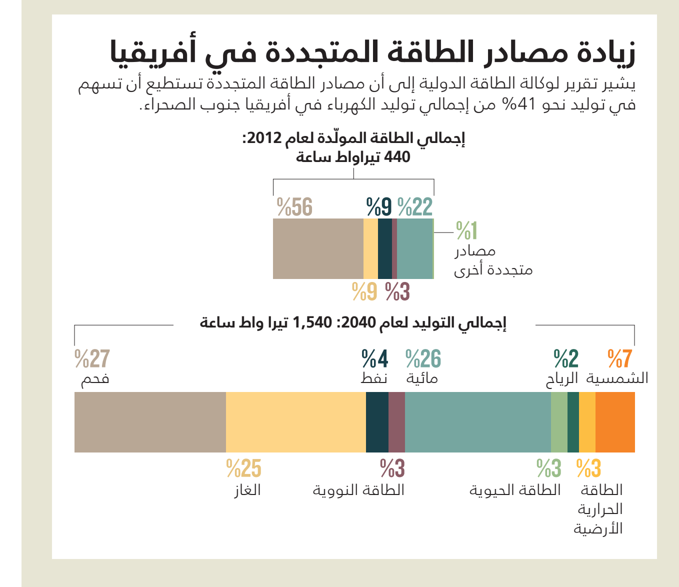
أعمال

تَبَدُّد مبادرة "ديزرتيك"

بعد انسحاب معظم المساهمين فيها، دفنت "مبادرة ديزرتيك الصناعية Dii" الخطط الطموحة لإمداد أوروبا بالكهرباء من خلال محطات للطاقة الحرارية الشمسية ومصادر أخرى للطاقة المتجددة في شمال أفريقيا والشرق الأوسط. تَبَقَّى ثلاثة مساهمين فقط من أصل تسعة عشر مساهِمًا، بعد الاجتماع الذي انعقد في منتصف أكتوبر الماضي في روما. وتخطِّط الشركات الثلاث "أكوا باور" السعودية ACWA Power، و"آر دبليو إي" الألمانية RWE، و"ذا ستيت جريد كوربوريشن" الصينية State Grid Corporation لتعديل نموذج المبادرة، بحيث يكون شركة خدمية لتسهيل مشروعات الطاقة المتجددة الإقليمية في شمال أفريقيا والشرق الأوسط.

مراقبة الاتجاهات

أشارت وكالة الطاقة الدولية ـ ومقرها باريس ـ في تقرير لها في الثالث عشر من أكتوبر الماضي إلى أهمية الاستفادة من الغاز الطبيعي غير المستغَل، وكذلك مصادر الطاقة المتجددة في أفريقيا جنوب الصحراء في تحقيق الرخاء والحصول على الكهرباء. كما تتوقع الوكالة أنه بحلول عام 2040، سيستفيد 950 مليون شخص في هذه المنطقة المحرومة من الكهرباء، إلا أنه سيظل أكثر من نصف مليار شخص يعانون الظلام وعدم وصول الكهرباء إليهم، خاصةً في المناطق الريفية التي تتطلب شبكات كهربائية صغيرة. (انظر: *Nature* **507**, 154-156; 2014).



SOURCE: IEA

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأخبار من خلال التسجيل على: go.nature.com/hntmqc

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



NATURE MILESTONES IN CRYSTALLOGRAPHY

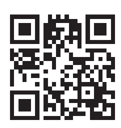
Publication date: 17 July 2014 and available free online for six months

Nature Milestones in Crystallography is a collaboration from *Nature*, *Nature Materials*, *Nature Nanotechnology* and *Nature Structural & Molecular Biology*, and celebrates the International Year of Crystallography 2014.

The supplement contains a series of short articles, called Milestones, presenting key developments in the field. In addition to the Milestone articles, the supplement includes a Timeline - a chronology of events connected with each Milestone - and a reprinted Collection of landmark papers.

Access the Milestones supplement free online for six months and request your free print copy:
nature.com/milestones/crystallography

Associated Society: International Union of Crystallography
Produced with support from the worldwide network of neutron and X-ray sources





أخبـــار في دائرة الضـوء

ARCTIC-IMAGES/CORBIS

كميات قياسية من الغاز تنبعث من سهل هولورين الأيسلندي.

جيولوجيا

اندلاع بركـــان أيسـلندي أَذْهَـل العلمـــاء

طفوح غنية بالكبريت تحبِط استعدادات لانفجار رمادي.

ألكسندره فيتز من ريكافيك

في الآونة الأخيرة، تخضَّبت مشارق أيسلندا ومغاربها بحمرة قانية، وأضفى التلوث البركاني وهجًا غريبًا مخيفًا على السماوات فوق الصخب البحري لميناء ريكافيك، وعلى كنيسة المدينة؛ كنيسة هاتلجريمسكيركا الخرسانية الباسقة.

ظلت الحمم البركانية تنبثق لمدة ثماني أسابيع من شق في الأرض يتشعع من بركان باروداربونجا، الذي يبعد 250 كيلومترًا من ريكافيك، وطفق ثاني أكسيد الكبريت كذلك ينبعث بمعدل 35,000 طن يوميًّا، أي أكثر من ضعفي الكمية التي تطلقها جميع مداخن أوروبا. انتشر الغاز عبر الريف الأيسلندي، حتى آذى صدور الناس، وحبس بعضهم خلف أبواب البيوت.

فاجأت كمية التلوث القياسية علماء البراكين أنفسهم ، وهم في قلب مشروع كبير يموله الاتحاد الأوروبي لفهم نشاط الجزيرة الناري. فقد كانوا يتهيئون لكَرَّة أخرى من ثوران بركان إيافياتليوكتل عام 2010، الذي أدى إلى تصاعد عمود رماد ألزم طائرات أوروبا بالبقاء على الأرض. «كان الجميع يتوقع سحابة رماد كبيرة، والآن لدينا شيء مختلف تماما» كما تقول أنيا شميت، التي تعمل منمذجة جويّة بجامعة ليدز في بريطانيا، وتدرس كيف تنتشر غازات البراكين.

كان توقيت الثوران مثاليًا للمشروع، الذي يُدعى فيوتشرڤولك FUTUREVOLC. ترمي المبادرة إلى استغلال أيسلندا بحسبانها مختبرًا طبيعيًّا لفهم كيف تتخذ الصهارة طريقها من أعماق القشرة الأرضية وتشقه إلى السطح. ولبلوغ هذا، ركز منظموها على أربعة من أكثر براكين أيسلندا نشاطًا، أحدها هو باروداربونجا. استخدم الباحثون مزيدًا من أجهزة القياس الزلزالي، ومحطات نظام تحديد المواقع العالمي (جي بي إس GPS) لتعزيز شبكة الرصد التي يديرها مكتب الأرصاد الأيسلندي، وجامعة أيسلندا، في ريكافيك. واستخدموها كذلك لقياس الأحداث المؤدية إلى الثوران وما بعده، بتفاصيل غير مسبوقة.

الزحف الطويل

في 16 أغسطس، بدأت الزلازل تهز باروداربونجا. ولمدة أسبوعين، ظل الباحثون يراقبون، والنشاط الزلزالي يزحف شمالًا وشرقًا، نحو حافة القلنسوة الجليدية التي تكسو البركان. كما قاست محطات جي بي إس تمدُّد الأرض لأعلى أثناء انتقال كميات ضخمة من الصهارة تحت الأرض. تقول كريستين ڤوجفيوريد، خبيرة الزلازل بمكتب الأرصاد الأيسلندي التي تشارك في قيادة فيوتشرڤولك: «أرتنا الزلازل التفاصيل، ونظام جي بي إس أرانا الحجم»

زحفت الصهارة بطول 45 كيلومترًا، وبردت مكونة لوح تحت الأرض يعرف بالجُدة القاطعة. في 29 أغسطس، كانت قد شقت طريقها نحو حافة القلنسوة الجليدية وبدأت تطفح نحو سهل أجرد، يُدعى هولوراون.

منذ ذلك الحين، والثوران قد قذف على الأقل بنصف كيلومتر مكعب من الحمم، ما يجعله أكبر ثوران منتج للحمم في أيسلندا منذ عام 1947، لكن كمية الغاز هي التي روّعت العلماء أكثر. فقد تم التقاط وتجميع قطع من الصخر قذفها الثوران تكشف مدى غنى الحمم بالغاز؛ فالصخور مسامية، ومليئة بالجيوب الهوائية التي تسرب الغاز منها.

وبهبوب رياح معتدلة، يمكن للكبريت الذي ينفثه هولورين أن يبلغ القارة الأوروبية، حيث سجلت النمسا وجود نسبة كبريت في هوائها أكثر من أي وقت، منذ أنشطة التنقية الصناعية في ثمانينات القرن الماضي.

كان مشروع فيوتشرڤولك قد وضع بعضًا من معدات أساسية لمراقبة الغاز عند براكينه، بما يشمل نوعين من المطياف في موقع هولورين. أحدهما يقيس تركيزات ثاني أكسيد الكبريت عن طريق دراسة مدى امتصاصه لأطوال معينة من ضوء الشمس، والآخر يبحث فاحص غازات عديدة في الوقت نفسه.

كلا النوعين من الأجهزة يعوِّل على ضوء النهار في عمل قياساته. واكتساح ظلام الشتاء لأعالي الشمال سوف يحد من فائدتيهما، كما تقول سارة باسوتي، وهي متخصصة في فيزياء الغلاف الجوي بمكتب الأرصاد الأيسلندي. ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

(حتى الوصول إلى موقع الثوران، وهو بعيد، سيكون أصعب عندما يحل الشتاء). لذا.. سيحاول الباحثون مواصلة عمل قياسات الغاز من على الأرض بقدر الإمكان، ومقارنتها بالتقديرات التقريبية التي تجريها الأقمار الاصطناعية، كما تقول بارسوتي.

يحاول المسؤولون الأيسلنديون استنتاج مدى خطر الكبريت، وهل يمكنهم توقع حركته بشكل أكثر دقة. وبدأ مكتب الأرصاد في عمل تنبؤات عن المكان المرجح ارتحال الغاز إليه كل يوم. وقد قيست ارتفاعات كبيرة ومفاجئة في الكبريت - تبلغ نحو 21,000 ميكروجرام لكل متر مكعب - مؤخرًا بمدينة هوفن؛ حيث توصي منظمة الصحة العالمية بعدم التعرض لمدة عشر دقائق لما يزيد على 500 ميكروجرام لكل متر مكعب .

لم يمت أحد نتيجةً لحدوث الثوران، وعمود الرماد ليس عاليًا بما يكفي لاختراق طبقة الغلاف الجوي العليا، أو أن يتسبب في اضطرابات مناخية واسعة، لكن ملايين الأطنان من الكبريت المنبعثة حتى الآن تُعَدّ تجربة غير مسبوقة في قياس تأثيرات التعرض لغاز سام، كما تقول بارسوتي.

قد تُجْدِي الدروس المستفادة من أيسلندا نفعًا في فهم التعرض للغاز لأمد طويل في المناطق البركانية الأخرى، مثل اليابان، وإندونيسيا، وهاواي. ففي أوائل الألفية، تم إجلاء السكان حول بركان مياكِه-جيما باليابان عندما بدأ في الثوران بالمستوى ذاته من انبعاثات الكبريت تقريبًا.

يقول فريشتاين سيجموندسن، عالِم البراكين في جامعة أيسلندا، الذي يشارك في إدارة فيوتشرڤولك في أيسلندا، أن آخر حدث مشابه كان ثوران شق يُعرف باسم حرائق كرافلا، التي بدأت في عام 1975، واستمرت على نحو متقطع حتى عام 1984. إذا كان الثوران الحالي يبزل صهارة من أعماق القشرة الأرضية، كما تشير كمية الحمم وكيميائيتها، فإنه قد يستمر لأشهر، أو حتى لسنوات.

كما يقول سيجموندسن، وهو يشير ملوِّحًا من نافذة مكتبه لسماء ريكافيك الحمراء «هذا الثوران يأتي في وقت طيب بالنسبة للمشروع، ولا نرى نهاية لذلك في الأفق». ■

علم الفيروسات

فيروس الجدري «المَنْسِيّ» مِن جانب معاهد الصحة يُنتظَر أنْ تتم إبادته

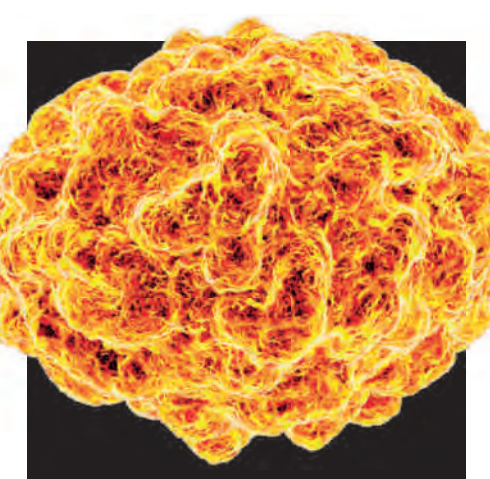
منظمة الصحة العالمية عاجزة عن مشاهدة تدمير مخزون الفيروس، بسبب نقص الموارد.

سارة رريدون

في يونيو الماضي، تم اكتشاف ست قوارير تحتوي على فيروس الجدري في معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH)، في بيثيسدا بولاية ميريلاند. وقد حُسم الأمر بأن يكون مصيرها الإبادة بواسطة جهاز التعقيم، رغم أنها محفوظة في ظروف فائقة الأمان داخل مجمد. ومما يُحتسب للبيروقراطية أنّ هناك اتفاقية دولية تتطلب حضور منظمة الصحة العالمية كشاهد على تدمير العينات، إلا أنّ المنظمة غارقة حاليًّا في موضوع تفشي الإيبولا في غربي أفريقيا. ويمضي بنا هذا التأخير لمنعطف آخر حول رواية قوارير الجدري الغريبة هذه، التي بقيت طيّ النسيان طوال ستة عقود في صندوق ورقي لا يحمل أي علامة، وهو منعطف يعكس صورة الجدل الحاد الدائر حول مسألة تدمير مجموعتين أخريين من مخزون فيروس الجدري المعروف وجودهما في العالم. سيظل هذا القرار معلقًا حالما تقرِّر منظمة الصحة العالمية ما إذا كان بالإمكان تخليق فيروس الجدري من البداية من قِبَل سيِّئي النوايا، وما إذا كان ضروريًّا الاحتفاظ بأي مخزون من الفيروس؛ للمساعدة في تطوير تدابير مضادة لصد أي عدوان إرهابي، أم لا.

اكتُشفت قضية الجدري الخاصة بمعاهد الصحة الوطنية في غرفة تبريد تابعة للوكالة عند استخدام إدارة الغذاء والدواء الأمريكية لها؛ وبعد وقت قصير تم شحن القوارير للمعهد الأمريكي لمكافحة الأمراض (CDC) في أطلانطا بولاية جورجيا. تُعتبر تلك الوكالة، ونظيرتها الروسية «فيكتور» VECTOR في كولتسوفو، المختبرين الوحيدين المُجازين للعمل بفيروس الجدري، وفق اتفاقية دولية تدعو أيضًا إلى تدمير نهائي لكل المخزون المتبقي من الفيروس (تم القضاء نهائيًّا على الفيروس في الطبيعة في عام 1979).

أطلق معهد مكافحة الأمراض وعوده بتدمير عيّنات الجدري التي تم اكتشافها في معاهد الصحة الوطنية



MEHAU KULYK/SPL/CORBIS

مخزون فيروس الجدري المخصص للبحوث محدود.

فورًا، وبحضور مسؤولين من منظمة الصحة العالمية، غير أنه تبين أن تنفيذ هذه الوعود أصعب مما هو متوقع. تعاملت منظمة الصحة العالمية مع اكتشاف مفاجأة أخرى تتعلق بالجدري، وهي وجود حمض نووي فيروسي في أحد المختبرات الموجودة في جنوب أفريقيا في عام 2013. تم تدميرالحمض النووي بحضور مسؤولين من المنظمة لاحقا في يناير من هذا العام، إلا أن أحدًا من موظفي المنظمة لا يملك ترخيصًا لدخول مختبر الجدري المؤمَّن بشدة، والتابع لمعهد مكافحة الأمراض. يعني هذا أنه على مسؤول موفد من قبل المنظمة أن يسافر إلى أطلانطا للمثول شاهدًا عند تدمير الفيروس من خلال دائرة بث تلفزيوني مغلقة. يقول أليخاندرو كوستا، رئيس الطاقم الذي يراقب مسائل الجدري في منظمة الصحة من جنيف بسويسرا، أن ترتيب رحلة الموفد إلى أطلانطا ازداد صعوبة بسبب أزمة الإيبولا. والمجموعتان المصرّح بحيازتهما من مخزون فيروس الجدري، تلك الموجودة في معهد مكافحة الأمراض، والأخرى الموجودة في «فيكتور»، هما أيضًا طي النسيان. فلأكثر من 20 عامًا، بذلت حكومتا الولايات المتحدة وروسيا جهودًا لتحديد موعد نهائي لتدمير العيّنات، وهما تجادلان بضرورة الاحتفاظ بالفيروس لاختبار لقاحات ومضادات للجدري إذا استدعت الحاجة، من أجل الرد على أي انفلات عرضي لفيروس الجدري، أو لصد أي هجوم إرهابي.

ومجددًا، في مايو المنصرم، أقدم كل من القسم المختص برسم السياسات في منظمة الصحة العالمية والجمعية العامّة لمنظمة الصحة العالمية، على تأجيل إصدار قرار بشأن مصير مخزون عينات فيروس الجدري. وبشكل غير اعتيادي، لم تصرح المجموعة عن أي معلومات حول موعد مراجعة هذه المسألة.

يجادل عالِم الفيروسات دي. إيه. هندرسون، الذي قاد برنامج منظمة الصحة العالمية للقضاء على الجدري، بأنه يجب تدمير كافة مخزون الفيروس، فيما يشبه نزع سلاح متبادل. يقول هندرسون، الذي يعمل حاليًّا في معهد الأمان الصحي في بالتيمور بولاية ميريلاند: «أي شخص يُقبض عليه وفي حوزته خُلاصات من فيروس الجدري، بعد وقت محدد ما، سيكون متهمًا بجرائم ضد الإنسانية».

في اجتماع الأسبوع الماضي، وافق أعضاء اللجنة الاستشارية للبحوث على فيروس الفاريولا في منظمة الصحة العالمية على إصدار تقرير لتقييم المخاطر المتعلقة بمقدرة الإرهاب البيولوجي في تخليق فيروس الجدري، وهو وضع يرجّح كفّة الطرف المؤيد للاحتفاظ بالفيروس الطبيعي. يقول كوستا إنّ منظمة الصحة العالمية ستؤجل اتخاذ أي قرار بشأن تدمير مخزون الفيروس حتى إصدار هذا التقرير، وذلك في عام 2016 في أقرب تقدير.

من المحتمَل أن تقوم معاهد الصحة الوطنية بتدمير مخزون فيروس الجدري قبل ذلك، بحلول يناير عام 2015، حسب تقديرات كوستا. وفي هذه الأثناء يقول الخبراء إنّ الفيروس محفوظ بأمان لدى معهد مكافحة الأمراض. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الحَيْد المرجاني العظيم يقاوِم ليتكيّف مع آثار تغيُّر المناخ والتنمية.

الحفاظ الحيوي

انقسام حول مستقبَل الحَيْد المرجاني العظيم

الانتقادات تواجه إدارة المحمية البحرية مع توجُّه حماة البيئة إلى مؤتمر بيئي في أستراليا.

دانْيل كريسي

كانت سلامة أشهر منطقة من رقعة المحيط في العالم - محمية الحيّد المرجاني العظيم البحرية –محطًا للأنظار خلال الأسبوع الثاني من شهر نوفمبر الماضي، إذ اتجه حماة البيئة حول العالم إلى سيدني، أستراليا، لحضور الاجتماع الذي يعقد مرة كل عشر سنوات حول إدارة النظام البيئي. فالمحمية تواجه بعض التحديات، ولكن العلماء يختلفون حول مدى الخطر الذي تتعرض له، ومدى نجاح إدارتها. ويزيد تغير المناخ من الوضع سوءًا.

يستضيف الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة كل عشر سنوات مؤتمر المحميات العالمي؛ لتحديد كيفية استخدام المحميات لتعزيز الحفاظ الحيوي. وقد كان هناك اهتمام خاص في الفترة من 12 إلى 19 نوفمبر بكيفية تعزيز وتوسيع المحميات البحرية (انظر: «محميات بحرية تحت الاختبار»). ومع ذلك.. فإن الحيّد المرجاني العظيم، الذي كان يُعتبر في يوم ما مثالًا يُحتذى به لإدارة النظم البيئية، أصبح يواجه بعض المشكلات.

تغطي المحمية مساحة من المحيط، قبالة الساحل الشرقي لأستراليا، تقارب حجم ألمانيا، وتضم 3,000 من أنظمة الحيّد البحري المرجاني، فيما يُعَد أكبر «بنية حية» على الأرض. تدار المحمية من قبل سلطة محمية الحيد المرجاني العظيم البحرية (GBRMPA)، التي قامت بتقسيمها إلى مناطق تفرض فيها قيود مختلفة على أنشطة مثل الغوص أو الصيد.

تصاعدت الاحتجاجات هذا العام بسبب مقترح توسيع الميناء، الذي من شأنه أن يلقي بمواد التجريف داخل حدود المحمية. وتم التخلي عن هذه الخطة على إثر ذلك، لكن منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (يونسكو) سوف تقرر في العام القادم ما إذا كانت الأضرار التي لحقت بالمحمية من خلال التآكل والتنمية سوف تدرجها على قائمة التراث العالمي المهدَّد بالخطر، أم لا. في أغسطس، نشرت سلطة محمية الحيد المرجاني العظيم البحرية تقريرًا يحذِّر من أن «وضع الحيد المرجاني العظيم متدهور ويزداد سوءًا».

من بين الأدلة على وجود مشكلات: دراسة نُشرت في عام 2012، وكثر الاستشهاد بها، وتبين أن الغطاء المرجاني قد تراجع إلى النصف بين عامي 1985 و2012 (G. De'ath *et al*. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109**, 17995–17999; 2012). ألقى التقرير بكثير من اللوم على الأعاصير والأسراب الكبيرة غير العادية من نجم البحر تاجي الشوك، (*Acanthaster planci*) التي تتغذى على المرجان المكوِّن للشعاب.

يعتقد البعض أن الكثير من الضرر وقتي، حيث يشير آرون ماكنيل، الذي يدرس الحيد المرجاني العظيم في المعهد الأسترالي للعلوم البحرية في تاونزفيل، إلى أن اثنين من الأعاصير الضخمة - هاميش في عام 2009، وياسي في عام 2011 - ضربا الحيد المرجاني بطريقة ما، مما أسفر عن تآكل مضاعف يُتوقع حدوثه مرة كل 600 سنة، «أعتقد أن الحيد المرجاني العظيم بشكل عام في حالة جيدة جدًّا، لكنه مر ببضع سنوات صعبة من نشاط العواصف التي تركت الغطاء المرجاني منخفضًا بشكل غير عادي».

البعض الآخر ـ مع ذلك ـ يقول إن الأمور أسوأ مما تبدو عليه. فقد استخدم عالم البيئة البحرية القديمة جون باندولفي في جامعة كوينزلاند في بريزبان عيِّنات من لب الرواسب وغيرها من الأساليب؛ لإعادة هيكلة تاريخ الحيد المرجاني خلال 1,200 سنة مضت. ويقول: «أخشى من ◄

محميّات بحرية تحت الاختبار

الشِّعاب المرجانية الإندونيسية في دراسة ضابطة

من الصعب استخلاص تأثير مناطق المحمية البحرية (MPAs) ـ أجزاء المحيط التي تتم حمايتها وإدارتها من أجل الحفاظ الحيوي ـ لأسباب تعود إلى تأثُّر النظم البيئية للمحيطات بالكثير من المتغيرات. والآن، تهدف دراسة شبيهة بالدراسات الضابطة العشوائية إلى القيام بذلك في المنطقة البحرية البعيدة «بردز هِد سيسكيب» في إندونيسيا.

يحتوي المنظر البحري الموجود في «مثلث المرجان» شمالي أستراليا على أكثر من ألفي جزيرة، بقيت غالبيتها بدائية. كانت جابي أحمديا ـ وهي عالمة البحار في منظمة الحفاظ الحيوي WWF ـ تبحث عن المناطق التي يمكن أن تُستخدم كضوابط لسبع من مناطق المحمية البحرية التي أُنشئت حديثًا في «سيسكيب».

على سبيل المثال.. يجب أن يتم توفيق المسافة من أسواق الصيد والتعرض للأمواج بين المحميّة والمناطق الضابطة. عندها، سيقوم فريق أحمديا بقياس عوامل معينة، مثل الكتلة الحيوية للسَّمَك؛ لتحديد ما إذا كان إدراجها كمحمية يُحْدِث فرقًا، أم لا. تقول أحمديا: «نحن حقًّا بحاجة إلى الوصول إلى معرفة ما إذا كانت المناطق البحرية المحمية مفيدة، أم لا، وما هو وجه الإفادة، إذا كانت مفيدة».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنكم إذا قارنتم الوضع الحالي للحيد إلى الطبيعة التي تعود إلى فترات زمنية طويلة، والتي يدرسها فريقي، أنْ تكون الأمور أسوأ مما سمعتم».

قام فريق باندولفي بتوثيق تراجع الشعاب المرجانية أكروبورا، التي تعتبر حيوية لبنية الحيد المرجاني، والتي يعود تاريخها إلى عشرينات القرن الماضي (G. Roff *et al*. *Proc. R. Soc. B*. **280**, 20122100; 2013). قد يرتبط التراجع بالتغيرات في الزراعة التي تم جلبها من قبل المستوطنين الأوروبيين، وأثرت على نوعية المياه وأتلفت الحيد، وبالتالي. ربما تستخف التقارير الحالية بتراجع جودة الحيد المرجاني، لأنها غالبًا ما تعتمد على المقارنة بحالة متدهورة من الحيد، بدلًا من حالته الأصلية الحقيقية، وهي مسألة تُعرف بتغيير خطوط الأساس. تستخدم سلطة محمية الحيد المرجاني العظيم البحرية عمل باندولفي في محاولة لمعالجة هذه المشكلة.

تشمل الضغوط الحالية آثار تطوير الأراضي المجاورة، مثل صرف الأسمدة من الزراعة في المياه. يقول راسل ريتشلت، رئيس مجلس إدارة والرئيس التنفيذي لسلطة محمية الحيد المرجاني العظيم البحرية، أن التهديد من إلقاء نواتج التجريف المعتزم إلقاؤها كان مبالغًا فيه، لكن سلطة محمية الحيد المرجاني العظيم البحرية ستشجع الحكومة والشركات المحلية على تبنِّي سياسة سيتحول بموجبها تأثير أنشطتها إلى تأثير إيجابي على الحيد، ولا يبقى الوضع على حاله، كما هو الآن. كما أنها تعرض أيضًا أهدافًا للحفاظ على المواطن والأنواع، ونُظُمًا لتقييم الآثار التراكمية. يقول عالِم البحار بوب كيرني من جامعة كانبيرا إن إدراج الحيد كمحمية بحرية عزَّز التركيز «غير المناسب» على صيد السمك، بالنظر إلى أن التهديد الأكبر هو تغير المناخ. فالحيد حساس جدًّا لتغير درجات الحرارة وتحمُّض المحيطات، لكن هناك حاجة إلى جهد عالمي لمعالجة انبعاثات الكربون، التي هي السبب الجذري لهذه القضايا. وبالمثل، انتقدت الأكاديمية الأسترالية للعلوم الأسبوع الماضي خطة استدامة الحيد المرجاني، التي تتكلف ملايين الدولارات، والتي وضعتها حكومتا أستراليا وكوينزلاند، لأنها «فشلت في التصدي بفعالية» لأيٍّ من الضغوط الكبيرة على الحيد المرجاني.

«وضع الحيد المرجاني العظيم متدهور، ويزداد سوءًا».

يبدو ماكنيل أكثر تفاؤلًا، وذلك بفضل النهج التعاوني الحالي بين الحكومة والجامعات والقطاع الخاص في حل مشاكل الحيد، إذ يقول: «من خلال العمل معًا، أعتقد أننا سنكون أقدر على فهم ومعالجة الأخطار التي تهدد الحيد المرجاني العظيم من أي وقت مضى». ■

علم الأعصاب

القِـرَدَة الأمريكيـة نجـم مشـروع يابـاني طمـوح لدراسة المـخ البشـري

إنّ المجهودات المتعلقة بالتخطيط المخي ـ التي استمرت لعشر سنوات ـ تقوم باستخدام القردة؛ لدراسة الاضطرابات العصبية والعقلية في الإنسان.

ديفيد سيرانوسكي

تمتلك كل من أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية مشروعًا لرسم خريطة المخ. ومؤخرًا، انضمت اليابان إلى دائرة المنافسة، بعد تدشينها لمشروع رسم خريطة المخ الخاص بها. وعلى عكس منافسيها الغربيين، فإن المحاولة اليابانية ستعتمد موردًا نادرًا، وهو عدد كبير من القردة الأمريكية الصغيرة المعروفة بـ(القشة)، التي عكف العلماء على تطويرها خلال العقد الماضي، كما ستقوم بالاعتماد على تقنيات جينية جديدة، من المحتمَل أن تُستخدم في تعديل تلك الحيوانات التي تُظْهِر قدرات اجتماعية عالية. الهدف من مشروع العشر سنوات لرسم خريطة المخ ـ المعتمِد على التقنيات العصبية المتكاملة في دراسة الأمراض ـ هو رسم خريطة مخ الرئيسيات؛ لزيادة فهم الاضطرابات البشرية، مثل مرض الزهايمر، والفصام. في الحادي عشر من سبتمبر الماضي، قامت وزارة العلوم اليابانية بالإعلان عن أسماء قادة المجموعات، وعن كيفية تنظيم المشروع.

تبلغ تكلفة المشروع في السنة الأولى ثلاثة مليارات ين (27 مليون دولار أمريكي)، ويُحتمل أن تزيد في السنة الثانية؛ لتصل إلى أربعة مليارات ين ياباني, إلا أن المشروع الياباني يُعتبر صغيرًا، مقارنةً بمشروع الاتحاد الأوروبي للمخ البشري، والمشروع الأمريكي «براين» (بحوث المخ القائمة على التقنيات العصبية الحديثة والمتقدمة)، اللذين يُقَدَّر لهما أن يَتَلَقَّيَا مليار دولار على الأقل خلال العقد القادم. يقول الباحثون العاملون في تلك المشروعات إن المشروع الياباني سيعمل على ملء فجوة أساسية تقع بين نماذج الأمراض في الحيوانات الأصغر حجمًا، التي دائمًا ما تفشل في محاكاة اضطرابات المخ البشري، وبين نماذج العقل البشري، التي تحتاج إلى بيانات موثَّقة.

يقول عالِم الأعصاب تيري سَينوفسكي، الذي يعمل في معهد سولك في لاجولا بولاية كاليفورنيا، والعضو في المجموعة العاملة في مبادرة المخ بالمعهد الوطني للصحة: «من الضروري أن يكون لدينا نموذج جيني للرئيسيات، يساعد في دراسة علم الإدراك واضطرابات المخ المعرفية، كالفصام، والاكتئاب، التي لا تتوفر لها نماذج من الفئران». ويردف قائلًا: «بدأت مجموعات عمل في كل من الصين والولايات المتحدة محاولات للتعديل الوراثي؛ لدمج أجزاء من الحمض النووي لجينومين مختلفين في الرئيسيات، لكنّ لم ترق أي محاولة منها إلى ضخامة أو نظام المشروع الياباني».

رحَّب عالِم الأعصاب هنري ماركرام ـ الذي يعمل بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في لوزان، ويرأس المبادرة الأوروبية ـ بالمجهود قائلًا: «إنه مشروع مثير للإعجاب حقًّا، وعلينا تشجيع اليابان؛ لوضع تلك الخطة الرائعة».

أساس المشروع الياباني هو استيلاد قِرَدَة معدَّلة وراثيًّا تساعد في توضيح الوظائف المعرفية للمخ، وتكون نموذجًا لاضطرابات المخ البشري. ورغم اختلافها الكبير عن المخ البشري، مقارنةً بالرئيسيات الأخرى، كالشمبانزي، إلا أن تلك القردة الصغيرة تُعتبر مثالية على أصعدة كثيرة لدراسة المخ البشري.. فأحجامها الصغيرة وخصوبتها تجعلان التعامل

RYAN LADBROOK/SHUTTERSTOCK

تشترك القردة الأمريكية الصغيرة مع الإنسان في خصائصه الاجتماعية حيث تظهر قدرة على الاتصال البصري كوسيلة للتواصل الاجتماعي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

معها أكثر سهولة وكفاءة من التعامل مع أنواع أخرى من القردة، مثل المكاك ـ قردة موطنها الأصلي شرق الهند وآسيا وأفريقيا ـ التي يتم استخدامها عادةً كنماذج حيوانية.

تُعتبر أمخاخ القردة الأمريكية الصغيرة دقيقة جدًّا، إذ تصل إلى 8 جرامات فقط، وهو ما يسهِّل نسبيًّا عملية تحليلها. ومع ذلك.. يُعَد الفص الأمامي ـ المنطقة المتعلقة بالأمراض النفسية ـ في مخ القردة الأمريكية الصغيرة أكثر تطورًا وأقرب للمخ البشري من الفص الأمامي لحيوانات أخرى ذات أمخاخ صغيرة. كما تشترك القردة الأمريكية مع الإنسان في خصائصه الاجتماعية، التي لا تظهر في غيرها من القردة، حتى الشمبانزي، إذ تعيش في شكل وحدات عائلية تتشابه مع الوحدات العائلية البشرية، وتُظهِر قدرة على الاتصال البصري، كوسيلة للتواصل الاجتماعي، لا لإظهار العنف.

يلمِّح كاتسوكي ناكامورا، عالِم الأعصاب في جامعة كيوتو في اليابان، الذي يعمل على القردة الأمريكية الصغيرة، إلى أنه من المتوقع أن تصبح القردة نماذج جيدة لدراسة حالات معينة، مثل مرض باركنسون (الشلل الرعاش) ومرض الزهايمر. كما أن دراسة الأسباب التي تؤدي إلى انهيار سلوكيات اجتماعية معينة، مثل التواصل البصري، ستساعد غالبًا في توضيح الآلية التي تنطوي على مرض التوحد.

قد تساعد الخطوات المعاصرة الباحثين في إحداث هندسة جينية للقردة الأمريكية الصغيرة بشكل أكثر كفاءة. ففي عام 2009، قام فريق برئاسة إيريكا ساساكي، المتخصصة في علم التعديل الوراثي في الحيوانات، التي تعمل في المعهد المركزي للحيوانات التجريبية في كاواساكي في اليابان، للمرة الأولى بتلقيح جين في قرد من الرئيسيات، وتمريره في نسله. تقوم حاليًّا طريقة تصحيح الجينات (المعروفة باسم كريسبر) بالسماح بتغيير محدود في الحمض النووي[1,2]. وقد استخدمت تلك الطريقة لإنتاج قردة معدلة وراثيًّا[3]. في الوقت نفسه، ساعد علماء الجينات في التعرف على بعض الطفرات الجوهرية، التي تسهم في اضطرابات بشرية، مثل الفصام، والتوحد. يقول روبرت ديسيمون، مدير معهد ماكجافِرن لبحوث المخ في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج: «من المهم جدًّا في الوقت الحالي تطوير نماذج جينية للرئيسيات».

سيتم تقسيم المشروع الياباني إلى ثلاث مجموعات، يترأس الأولى الرئيس المشارك للمشروع هيديوكي أوكانو من جامعة كيو، حيث ستقوم تلك المجموعة برسم خرائط وظائف ونسيج المخ، مستخدمةً تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي. وستقوم باستخدام نماذج معدلة وراثيًّا للأمراض، تساعد في الربط بين دراسات وظائف المخ الكلية ـ مثل المسارات العصبية الطويلة في المخ ـ ودراسات الوظائف الدقيقة التي تميز بعض الخصائص العصبية. ستقوم المجموعة الثانية، التي سيرأسها مشارك آخر في قيادة المشروع، هو أتسوشي مياواكي من معهد رايكن لعلوم المخ في واكو، والتي ستتكون من 17 فرقة منفصلة، بتطوير تقنيات تساعد على دعم جهود رسم المخ. كما سيقوم كيوتو كاساي ـ من جامعة طوكيو ـ بترأس المجموعة الثالثة، التي ستقوم بجمع معلومات، مثل صور لأمخاخ مرضى، تُستخدم في إيجاد بصمات لأمراض نفسية، أو عصبية، أو متعلقة بالأوعية الدموية، تفيد فيما بعد في الأبحاث على القردة الأمريكية الصغيرة.

«أنا أفضِّل أن تتم دراسة مرض واحد بشكل عميق».

تُعتبر القوانين اليابانية المتعلقة بالأبحاث على الرئيسيات أقل حَزْمًا من مثيلاتها في أوروبا وأمريكا، لكن رغم ذلك.. قد يواجه المشروع موانع قانونية أخلاقية تتعلق بالقسوة تجاه تلك الحيوانات. يعلِّق سينوفسكي على ذلك قائلًا: «من المهم للمشروع الياباني على القردة الأمريكية الصغيرة أن يكون حريصًا في فحص القضايا الأخلاقية التي ستظهر حتمًا على الطريق».

يُعتبر المشروع الياباني طموحًا من الناحية التقنية. ويشير ألفونسو سيلفا ـ عالم الأعصاب بالمعهد الوطني للاضطرابات العصبية والجلطات في بيثيسدا ميريلاند، الذي تعاوَن مع ساساكي ـ إلى أن كريسبر قد بدأ توًّا في الاشتغال على القردة الصغيرة. ويقول إنه على الباحثين أن يقاوموا النزعة لمعالجة موضوعات كثيرة في الوقت نفسه، حتى لاينتهي بهم المطاف إلى نتائج سطحية «أنا أفضِّل أن تتم دراسة مرض واحد بشكل عميق. كما أن توثيق الطريقة التي تمت بها الدراسة سيساعد في تكرارها فيما بعد على أمراض أخرى». ■

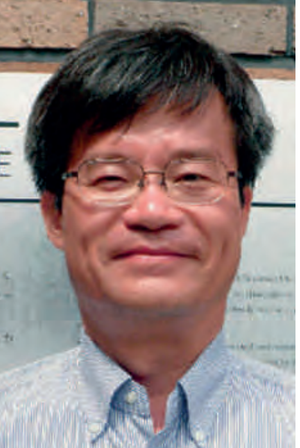
1. Cong, L. *et al. Science* **339,** 819–823 (2013).
2. Mali, P. *et al. Science* **339,** 823–826 (2013).
3. Niu, Y. *et al. Cell* **156,** 836–843 (2014).

جوائز نوبل

الصمام الثنائي الأزرق يفوز بـ«نوبل» في الفيزياء

مِن شأن اختراع أحدث ثورة في مجال الإضاءة خَفْض الاستهلاك العالمي للكهرباء.

إليزابيث جيبني


JIJI PRESS/AFP/GETTY

إيسامو أكاساكي وهيروشي أمانو وشوجي ناكامورا (من اليمين لليسار) الفائزون بجائزة نوبل في الفيزياء لعام 2014.

نستطيع أن نجدها في الهواتف الذكية وشاشات الكمبيوتر والمصابيح الموفرة للطاقة.. إنها الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الأزرق (LEDs) الموجودة في كل مكان، التي أدَّت مؤخرًا إلى حصول ثلاثة مخترعين من أصل ياباني على جائزة نوبل في الفيزياء لعام 2014، في مثال نادر على منح الجائزة لاختراع عملي.

الصمامات الثنائية الباعثة للضوء هي أجهزة ينبعث منها الضوء عندما تتعرض لتيار كهربي. النسختان الخضراء والحمراء منها كانت موجودة منذ الخمسينات، لكن إنتاج باعثات للضوء الأزرق كان هو التحدي التقني الذي استعصى على محاولات المشتغلين بالمجال لعقود.

لم يتحقق هذا الأمر حتى التسعينات، عندما نجح المهندسان إيسامو أكاساكي وهيروشي أمانو ـ ويعمل كل منهما في جامعة ناجويا اليابانية، بالتوازي مع مهندس الكهرباء شوجي ناكامورا؛ الذي كان يعمل آنذاك بشركة نيتشيا للكيماويات ـ في إنتاج الصمام الثنائي الباعث للضوء الأزرق.

الصمامات الثنائية الباعثة للضوء هي بمثابة شطائر من مواد شبه موصلة، تكون فيها الطبقات مطعّمة بعناصر أخرى، كي تزود بعض الطبقات بإلكترونات إضافية، وطبقات أخرى بفائض من «الفجوات»، حيث تُخلف الإلكترونات المفقودة وراءها شحنة موجبة. وحين يتم تمرير تيار كهربي، فإن الإلكترونات والفجوات تتحد معًا عند الوصلات الواقعة بين الطبقات، ونتيجة لذلك.. ينبعث الضوء.

منذ ثمانينات القرن الماضي، ركَّز الفيزيائيون جهودهم على مادة نيتريد الجاليوم، بهدف تصنيع صمامات ثنائية باعثة للضوء الأزرق ذات طاقة عالية، بيد أنهم واجهوا العديد من العوائق التكنولوجية. أحد العوائق كان صنع بلورات رفيعة ذات جودة عالية من تلك ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المادة، التي من المعروف صعوبة تنميتها، وآخر كان تطعيم نيتريد الجاليوم، بحيث يبعث الضوء بكفاءة. استمر كل من أكاساكي، وأمانو، وناكامورا في استخدام نيتريد الجاليوم مطولًا، حتى بعد أن انتقل منافسوهم إلى استخدام مواد أخرى، حسب قول ولفجانج شنيك، المتخصص في كيمياء المواد بجامعة لودفيج ماكسيميليان في ميونخ بألمانيا.

فتح نجاحهم في التغلب على تلك العقبات الأبوابَ للصمامات الثنائية الباعثة للضوء الأبيض، التي تمتلك كفاءات بما يقارب 20 ضعفًا من كفاءة المصابيح التقليدية.

تكاد جميع مصادر الإضاءة القائمة على الصمامات الثنائية الباعثة للضوء أن تتكون من شريحة صمام ثنائي باعث للضوء الأزرق، مقترنة بواحدة أو أكثر من المواد المُضيئة، التي تقوم بتحويل جزء من الضوء الأزرق إلى موجات أطول. يقول ديرك بولمان، العالِم المتخصص في المواد بجامعة جِنت في بلجيكا: «لقد أدى ذلك إلى ثورة في مجال الإضاءة، وسيكون له المزيد من التأثير على الكيفية التي يضيء بها الناس منازلهم».

يقول شنيك إن حجم التطوير «لا يمكن تقديره بدرجة كبيرة جدًّا، فذلك سيساعد في توفير نحو 20% من الاستهلاك العالمي من الكهرباء»، حسب قوله.

ويضيف شنيك قائلًا إنه في المستقبل من المحتمل أن تجد الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الأزرق استخدامًا في الأجهزة المحمولة التي يمكن تطهير أو تعقيم المياه بواسطتها، وربما في ذاكرة الكمبيوتر التي تستخدم الضوء بدلًا من الكهرباء لتخزين البيانات. كما أن الليزر أزرق اللون ـ الذي تم اختراعه من قِبل أكاساكي وأمانو، وناكامورا أيضًا بشكل منفصل ـ يتم استخدامه بالفعل في تقنية أقراص البلو - راي.

لا تخلو تلك القصة من التفاصيل المثيرة.. فناكامورا، الذي ترك اليابان في عام 2000؛ للانضمام إلى جامعة كاليفورنيا بسانتا باربرا، كان قد قام بمقاضاة شركة نيتشيا في عام 2001، بسبب التعويض الضئيل الذي حصل عليه مقابل اختراعه لتقنية الصمامات الثنائية الباعثة للضوء، بينما كان يعمل هناك. وقد تمت تسوية القضية في يناير من عام 2005 حينما قبل ناكامورا 840 مليون يوان صيني (8.1 مليون دولار أمريكي آنذاك). يقول مارتن داوسون، باحث في مجال الكهرباء الضوئية بجامعة ستراتكلايد في جلاسجو، بريطانيا: «كان ناكامورا مصمِّمًا تمامًا على إثبات أن نيتريد الجاليوم يمكن أن يشكل تقنية فعالة للصمامات الثنائية الباعثة للضوء. لقد أعطاها دفعة قوية جدًّا، وهو شيء لم يركزوا عليه في البداية».

في حديثه عبر خط هاتف متقطع إلى الصحفيين في السويد في السابع من أكتوبر الماضي، قال ناكامورا عن شعوره بالفوز بالجائزة إنه «لا يُصدّق». أخبر ستافان نورمارك؛ وهو السكرتير الدائم للأكاديمية الملكية السويدية للعلوم، الصحفيين بأن الثلاثي لم يتوقع الجائزة، قائلًا: «لم يكونوا في انتظار مكالمة».

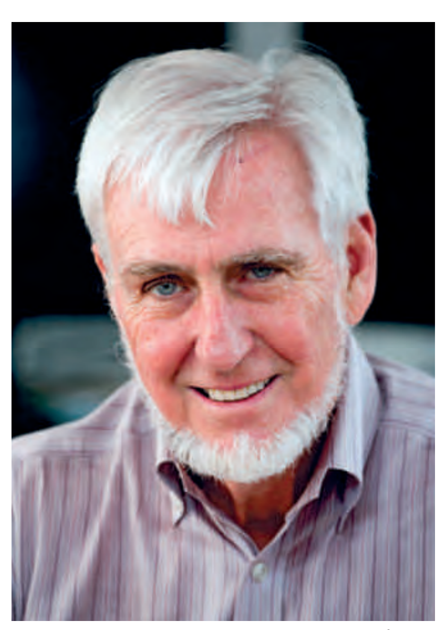
أثناء إعلان الجائزة، قال بير ديلسينج؛ رئيس لجنة جائزة نوبل للفيزياء، التابعة للأكاديمية، إن الجائزة تعتز بتقاليد مؤسِّسها، المهندس والمخترع ألفريد نوبل، وقال: «أعتقِد حقًّا أن ألفريد نوبل كان ليسعد لجائزة هذا العام». ■

شارك في التغطية **ريتشارد فان نوردين**

جوائز نوبل

جـائـزة خـلايـا المكـان

مكتشفو نظام الملاحة الدماغي يفوزون بجائزة «نوبل» للطب.



DAVID BISHOP/UCL

«جون أوكيف» الفائز ـ بالمشاركة ـ بجائزة نوبل لعام 2014.

أليسون آبوت، وإيوين كالاواي

آلت جائزة نوبل في الفيزيولوجيا أو الطب لعام 2014 إلى ثلاثة علماء، بفضل اكتشافهم خلايا دماغية تُعَدّ بمثابة معادل بيولوجي لنظام الملاحة بالأقمار الصناعية. سلّط اكتشاف هذه الخلايا الضوء على واحدٍ من أكثر ألغاز العلوم العصبية تعقيدًا، ألا وهو (كيف نعرف موقعنا في حيز محدد؟).

مُنحت الجائزة مناصفةً لكل من جون أوكيف، العالِم في كلية لندن الجامعية عن اكتشافه في عام 1971 لما يسمى بخلايا «المكان» في الحصين، وهو جزء من الدماغ، ترتبط وظيفته باختزان الذاكرة، وللزوجين إدفارد وماي بريت موزر، اللذين يديران معًا مختبرًا في معهد كافلي لأنظمة العلوم العصبية في جامعة تروندهايم (النرويج)، وذلك عن السبق العلمي الذي حققه هذا الثنائي في 2005 باكتشافهما ما يُعرف باسم الخلايا «الشبكية» في بنية دماغية مجاورة، تُسمى بالقشرة الشمية الداخلية. وإضافة إلى الخلايا الملاحية الأخرى، تمكِّن الخلايا الشبكية وخلايا المكان الحيوانات من تذكُّر مكانها. وقد اكتُشف كلا النوعين من الخلايا لدى الجرذان، كما اكتُشفا لدى البشر أيضًا منذ ذلك الحين.

يصرح توبياس بونهويفر، مدير معهد ماكس بلانك للأحياء العصبية في مارتنسريد (ألمانيا) قائلًا: «يُعَدّ إدراكنا لموقعنا في حيز ما أمرًا جوهريًّا للبقاء».

يقول عالِم الأعصاب بوتوند روسكا، الباحث في معهد فريدريك ميشر للبحث الطبي الحيوي في مدينة بازل (سويسرا): «قد تكون هذه الاكتشافات هي المفتاح للإجابة على السؤال الأوسع حول كيفية إدراك الدماغ للعالَم من حوله. لقد غيّر هؤلاء العلماء الثلاثة بفكرهم العميق طريقتنا في التفكير بالدماغ».

شكّك معظم علماء الأعصاب سابقًا في إمكانية ربط النشاط الدماغي بالسلوك، بيد أن أوكيف شرع في أواخر الستينات بتسجيل إشارات من خلايا عصبية منفردة في دماغ جرذان تتحرك بحُرِّيَّة في صندوق. وضع هذا الباحث أقطابًا كهربائية في الحصين، وذُهل عندما اكتشف نشاط الخلايا الفردية عند انتقال الجرذان إلى مواضع محددة. وبذلك استنتج أن الذكريات المرتبطة بمحيطٍ ما قد تختزن كمجموعة معينة من أنشطة خلايا المكان في الحصين (J. O'Keefe and J. Dostrovsky *Brain Res*. **34**, 171–175; 1971). يقول أوكيف: «أدركت أنك إن جمعتها معًا، فمن الممكن أن تحصل على شيء أشبه بالخريطة».

بحلول التسعينيات، استأثر عمله باهتمام الثنائي موزر اللذين كانا وقتها طالبيّ الدكتوراة في جامعة أوسلو؛ فسارعا إلى الانضمام إليه في لندن؛ لإجراء أبحاثهما بعد الدكتوراة، ولكنهما انتقلا في غضون أشهر قليلة إلى الجامعة النرويجية للعلوم والتكنولوجيا في تروندهايم؛ لتأسيس مختبرهما الخاص، حيث اكتشفا هناك أن بعض الخلايا في القشرة الشمية الداخلية تنشط عندما تعبر الجرذان أضلاع شبكة سداسية الشكل. اكتشفا أن الدماغ يستخدم هذا النموذج كنظام إحداثي للملاحة المكانية (T. Hafting *et al*. *Nature* **436**, 801-806;2005). يشكل النموذج ما يُعرف باسم الرمز العصبي. وهو النموذج الوحيد المعروف الذي يُنتج بشكل كامل في الدماغ؛ ليكون بذلك معلمًا للعلوم العصبية الحسابية.

تتمتع خلايا المكان وخلايا الشبكة بأهمية عملية. وتؤثر المراحل المبكرة من مرض الزهايمر على القشرة الشمية الداخلية، ويتمثل أحد أعراضه الأولى في نسيان المريض لوجهته. يتطور المرض؛ ليدمر الحصين، ويسلب المرضى ذاكرتهم. يقول ريتشارد موريس، الباحث في علوم الذاكرة في جامعة أدنبرة (بريطانيا): «تُعَدّ هذه الدراسة مثالًا يحتذى حول الطريقة التي يمكن بها لبحث رئيس كهذا أن يساعدنا على فهم مثل هذه الأمراض المدمرة فهمًا عميقًا؛ كي نتمكن من إيجاد العلاجات الملائمة لها».

كانت ماي بريت تترأس اجتماعًا للمختبر، عندما تلقَّت اتصالًا من لجنة جائزة نوبل في ستوكهولم، حيث أعربت العالمة لـ*Nature* عن فرحتها قائلةً: «ترددت في الإجابة على الاتصال»، وأردفت ضاحكةً «ولكنني أجبت، ولم أصدق نفسي، لدرجة أنني بكيت من شدة فرحي» في حين أن فرحة إدفارد تأجلت، إذ كان يستقل طائرةً في طريقه إلى ميونيخ في ألمانيا، عندما تلقَّت زوجته الاتصال. سمع أوكيف بنبأ فوزه أثناء عمله على مراجعة إحدى المنح في منزله، وأعلن عن سعادته أمام جمع من الصحفيين وكاميرات التليفزيون في مؤتمر صحفي في العاصمة الإنجليزية لندن، قائلًا إنه «سعيد ومبتهج للغاية».

وصف الزوجان موزر ذات مرة تجربتهما في مختبر أوكيف قائلَين: «لربما كانت التجربة التعليمية الأكثر زخمًا في حياتنا». وكان لأوكيف رأي مماثل، صرَّح به قائلًا: «كانت تجربة ذات زخم، لأنهما عالمان نشيطان ومتفوقان أيضًا». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





FROM LEFT: BERND SHULLER/MAX PLANCK INST. BIOPHYSICAL CHEMISTRY; MATT STALEY/HOWARD HUGHES MEDICAL INST.; L.A. CICERO/STANFORD UNIV.

الكيميائيون ذوو الرؤى: (من اليسار) ستيفن هل، وإريك بيتزيج، وويليام مورنر

جائزة نوبل

المنظر الداخلــي للخلايــا يحصــد جائــزة «نوبــل»

رُوّاد البصريات يفوزون بجائزة الكيمياء، لتحدِّيهم لحدود المجاهر التقليدية.

ريتشارد فان نوردن

منذ القرن السابع عشر، وقت أن قام رائد علم الأحياء الدقيقة أنتوني فان ليوفنهوك بتركيز الضوء عبر العدسات، وأخذ يتعجب من الخلايا التي سبحت أمام عينيه، احتلت المجاهر موضع الصدارة في عالم الاكتشافات. وقد مُنحت جائزة نوبل في الكيمياء لهذا العام لثلاثة من العلماء الذين تحدَّوا حدود المجاهر الضوئية؛ ليميطوا اللثام عن صور البِنَى الجزيئية في الخلايا الحية.

مكنت أبحاث ستيفن هل، وويليام مورنر، وإريك بيتزيج، في تسعينات القرن الماضي، وفي العقد الأول من القرن الحالي، علماء الأحياء الدقيقة من مشاهدة الكيفية التي تتوزع وتتحرك بها البروتينات داخل الخلايا في الزمن الحقيقي-في مواضع اتصال العصبونات، على سبيل المثال، أو في البيضات المخصبة، التي تنقسم لكي تكوّن الأجنة.

يقول ستيفان ياكوبس، الذي يُجري أبحاثًا على التقنيات فائقة الوضوح في معهد ماكس بلانك للكيمياء الفيزيائية الحيوية في جوتنجن: «إنها ثورة حقيقية في علوم الأحياء، لأننا نستطيع أن نرى البِنَى التي لم نكن نستطيع رؤيتها فيما مضى»، أو كما عبرت عنها لجنة جائزة نوبل: «أصبحت المجهرية الميكروية اليوم مجهرية نانوية».

وبغض النظر عن درجة نظافة عدساتها، لا تستطيع المجاهر الضوئية إلا أن تزودنا بصورة ضبابية للجزيئات الموجودة بداخل الخلايا، وهو الأمر الذي تَبَيَّنَه عالِم الفيزياء الألماني إرنست أبِه في عام 1873، إذ تحتم قوانين الفيزياء عدم مقدرة الضوء المرئي على التمييز ما بين جسمين يقتربان من بعضهما البعض بمسافة تصل إلى حوالي 200 نانومتر (ما يقارب نصف الطول الموجي للضوء المرئي)، إذ سيبدو هذان الجسمان ككتلة واحدة غير مميزة. تصلح هذه الدرجة من الوضوح ـ التي تُعرف بحد أبِه للحيود ـ للكشف عن العضيات الموجودة بداخل الخلية، لكنها لا تصلح للإبانة عن تفاصيل هذه البِنَى. تستطيع المجاهر التي تستخدم حزم الإلكترونات بدلًا من الضوء، أن توفر درجة أعلى من الوضوح، إلا أن استخدامها يحتم توفير الفراغ، الأمر الذي يحصر استخدامها على الأنسجة الميتة.

لا يمكن تخطِّي حد أبِه، لكن الفائزين بجائزة نوبل لعام 2014 استحدثوا طرقًا رائدة للالتفاف على هذا الحد باستخدام الفلوروفورات، أو الجزيئات المفلورة. وتشع هذه الجزيئات ـ التي يتم استخدامها الآن بصورة روتينية في تصوير البنى الحيوية ـ الضوء حينما تسلَّط عليها أشعة ليزر ذات أطوال موجية محددة.

في عام 1989 تمكَّن ويليام مورنر، الذي يعمل الآن في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، والذي كان يعمل آنذاك في مركز ألمادن للأبحاث، التابع لشركة «آي بي إم»، الواقع بمدينة سان خوسيه، من تَقَفِّي الفلورة الخافتة لجزيء منفرد. وفي عام 1997، وبينما كان يعمل في جامعة كاليفورنيا سان دييجو، تحصَّل مورنر أيضًا على طريقة للتحكم في الفلورة، وللتحكم في غلق وفتح الضوء المنبعث من الجزيئات، كما المصابيح، إلا أنه رغم ذلك، لم يكن من الممكن بعد التمييز ما بين هذه الجزيئات، إذا ما زادت المسافة بينها عن 200 نانومتر.

NATURE.COM
شاهد مجموعة من الصور ذات الوضوح المجهري الفائق:
go.nature.com/lgg7ep

قبل ذلك بعامين، اقترح إريك بيتزيج ـ الذي كان يعمل حينئذ في مختبرات بيل في موري هيلز، نيوجيرسي ـ أنه إذا ما أصبح من الممكن التحكم في الجزيئات المختلفة، بحيث تشع ألوانًا متباينة، فإنه ينبغي حينها أن يتمكن الباحثون من زيادة درجة الوضوح، عن طريق التقاط مجموعة من الصور للجزيئات الحمراء أولًا، ثم للجزيئات الخضراء، متبوعة بالزرقاء. يتحتم أن تكون الجزيئات المفلورة ذات اللون الواحد على مسافة تزيد على 200 نانومتر من بعضها البعض، إلا أن الصور التي يتم تركيبها فوق بعضها ستنتج بِنًى ذات درجة نقاء أعلى. مضى مورنر بعد ذلك ليوضح أنه من الممكن جعل الجزيئات المتطابقة تقوم بعملية الفلورة في أزمان متباينة، وهذا هو الاكتشاف الذي أدَّى في نهاية المطاف الى تحقيق رؤية بيتزيج.

انقضى عقد من الزمان قبل أن يتمكن بيتزيج من تنفيذ فكرته بصورة عملية، إذ تمكَّن في عام 2006، أثناء عمله في منشأة جانيليا فارم للأبحاث التابعة لمعهد هاورد هيوز الطبي في أشبِرن، فيرجينيا، من التقاط صورة فائقة الوضوح لبروتين ليسوزومي موسوم بجزيئات مفلورة خضراء تقوم بدور العلامات. تستطيع هذه التقنية في الوقت الحالي أن تعمل على مستوى وضوح يصل إلى 20 نانومترًا، حسب قول ماركوس سوير، الذي يدرس المجاهر ذات الوضوح العالي في جامعة ورزبورج، في ألمانيا.

في الوقت ذاته، اكتشف ستيفن هِل ـ أثناء عمله في جامعة توركو في فنلندا ـ طريقة للالتفاف على حد أبِه باستخدام تقنية حيود، تعتمد بدورها على فتح وغلق عمل الجزيئات المفلورة، إذ اقترح في عام 1994 استخدام حزمة ليزر أولى لفلورة تجمع جزيئات صبغة، ثم استخدام حزمة أخرى ـ ذات طول موجي مختلف ـ لوقف فلورة بعض هذه الفلوروفورات.

تتلخص حيلة هِل في استخدام الحزمة الثانية للحصول على مخطط للتجمع الذي أضاءته الحزمة الأولى، بحيث تقوم الجزيئات المنحصرة فقط في بقعة ضيقة جدًّا بعملية الفلورة. والصورة النهائية هنا تظل ضبابية، إذ إن الضوء لن يستطيع بعد أن يتخطى حد أبِه، إلا أنه من الواضح أن الضوء لم يكن ليَصْدُر إلا من البقعة الضيقة المركزية التي حددتها الحزمة الثانية، الأمر الذي يمكِّن الباحثين من تحديد مصدر الضوء.

يمكن تجميع سلسلة من هذه البقع المفلورة الدقيقة؛ لتكوين صورة فائقة الوضوح. من الناحية النظرية، يمكن أن تصل مساحة هذه البقع الى عدة نانومترات، إلا أنه في الخلايا الحية، يصل هذا الحد إلى ما يقارب 30 نانومترًا، حسب قول سوير، لأنه في هذه المرحلة تقوم شدة الشعاع الثاني بتدمير الفلوروفورات.

قال هِل، الذي يعمل الآن في معهد ماكس بلانك للكيمياء الفيزيائية الحيوية، للجنة نوبل: «لقد كانت وجهة نظري، أن الفيزياء تقدمت ـ على أقل تقدير ـ بدرجة كبيرة في القرن العشرين، بحيث أصبح من المستحيل عدم العثور على ظاهرة تمكننا من تجاوز حد الحيود».

يقوم عدد من علماء الأحياء باستخدام التقنيات التي طورها الفائزون بالجائزة. اخترع شياوَي جوانج، عالِم الكيمياء في جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساشوستس، تنويعة من هذه التقنيات، تُعرف باسم مجهرية إعادة التركيب الضوئي العشوائية، وقام باستخدامها لكي يوضح الطريقة التي تغلِّف بها خيوط بروتين الأكتين الخلايا العصبية. يقول هِل: «سيتم استحداث تنويعات عدة للمجاهر فائقة الوضوح». ■

NASA/JPL-CALTECH/HARVARD-SMITHSONIAN CFA



غيمة الحواء رو هي سديم تكوُّن نجوم، قيد الرصد حاليًا من قِبَل تليسكوب كبلر الفضائي.

علم الفَلَك

ضربة شمس تُبْقِي «كبلر» على قيد الحياة

التليسكوب الفضائي يتغلب على أعطال ميكانيكية؛ ليبدأ مهمة ثانية تتعقب أهدافًا سماوية جديدة.

مارك زاستروف

يتمتع التليسكوب الفضائي كبلر المعطوب بحياة ثانية على نحو غير متوقع. وسيوجِّه هذا المسبار الصياد للأجرام السماوية الموجودة خارج المجموعة الشمسية أنظاره إلى العناقيد النجمية، وإلى مركز درب التبانة، والكواكب الخارجية من المنظومة الشمسية، أثناء مسحه لشريط من الكون خلال السنوات الثلاث القادمة. أما هذا الشهر، فقد كان يحدِّق في غيوم غازية تحجب نجومًا فتية في كوكبتي العقرب، والحواء.

أعطى هذا التليسكوب، المصمَّم أصلًا للبحث عن كواكب شبيهة بالأرض، تدور حول نجوم أخرى في منطقتنا من مَجَرَّة درب التبانة، لِتَوِّه أول مجموعة من البيانات منذ إعادة إحيائه بعد تعرضه لأعطال ميكانيكية، لكن فريقه العلمي ما زال مشغولًا بتحليل بيانات تعود إلى مهمته الأولى في اصطياد الكواكب، ولذا.. ترك مديروه في «ناسا» لمجتمع الفلكيين الواسع حرية اختيار أهداف معينة لمهمة ثانية، تُعرف بـK2، والبحث في نتائجها.

يعمل التليسكوب جيدًا، بالنظر إلى كونه تعطَّل، ثم تم إصلاحه. وقد بدأ العلماء بالحصول على أول أرصاد K2 التي توفرت في سبتمبر الماضي، وهم يقولون إن البيانات واعدة، وإنهم توّاقون إلى المزيد منها.

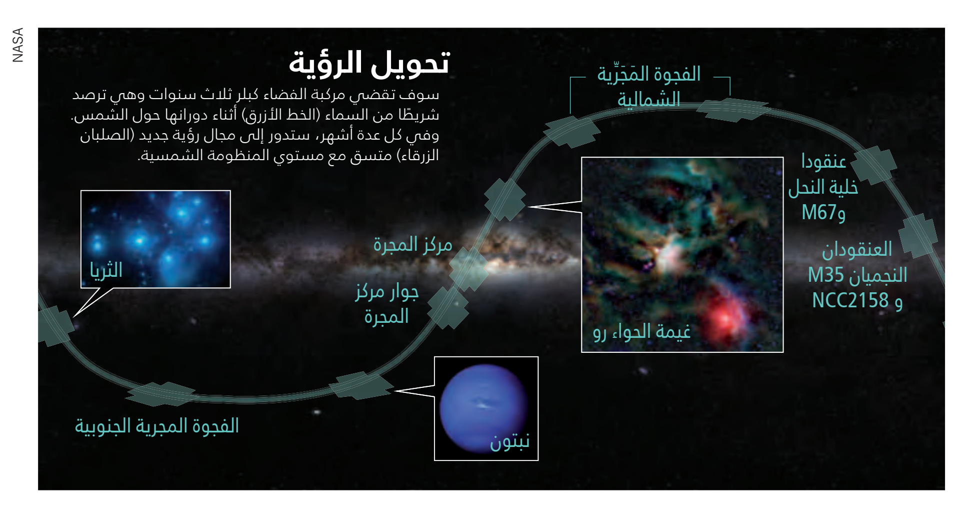
حينما أُطلق التليسكوب كبلر عام 2009، سعى إلى الإجابة عن سؤال واحد: ما مقدار شيوع الكرات الأرضية الأخرى في مجرة درب التبانة؟ نظر التليسكوب إلى نحو 150 ألف نجم بالقرب من كوكبتَي الدجاجة والقيثارة، حيث راقب سطوعها مترقبًا خفوتًا لحظيًّا يشير إلى أن كواكب تمر أمامها. وكشفت أرصاد دامت أربع سنوات أكثر من 4000 كوكب، مئات منها صخرية وبحجم الأرض. وكان واحد منها على الأقل ضمن منطقة نجمه الملائمة للحياة، حيث يمكن للماء أن يوجد سائلًا على سطحه (انظر: *Nature* http://doi.org/wf4; 2013).

عجلات التحكم الأربع شديدة الأهمية لنجاح كبلر، وهي التي تُبقيه ثابتًا كالجيروسكوب أثناء دورانه حول الشمس. وقد بقي كبلر عاملًا بعد تعطل واحدة منها في يوليو 2012، ولكن عندما تعطلت عجلة ثانية في مايو 2013، ظل كبلر بعجلتين، وبمحوري تحكم فقط.

قال جون ترولتسش، مدير برنامج كبلر لدى بول إيروسبيس Ball Aerospace، واصفًا مشاعره حينما علم بالعطل الثاني: «اشعر بحزن وخيبة وبعض الأسى». فقد صنع فريقه وشغَّل المركبة لمصلحة «ناسا» في مرفق بول إيروسبيس في بولدر بكولورادو. بدت مهمة كبلر وكأنها قد انتهت. وبعد ثلاثة أيام، فتح ترولتسش رسالة إلكترونية من المهندس دوج ويمر من بول إيروسبيس، يقترح فيها طريقة لإصلاح المركبة. بعد خمس ساعات وثماني رسائل إلكترونية، عرض ويمر الخطوط العريضة لخطة إعادة كبلر إلى الوقوف على قدميه.

فصَّل ويمر عكازًا لكبلر، مستعملًا المورد الوحيد المتاح: ضوء الشمس. بوضع المركبة الفضائية بحيث يواجه جانبها الطويل الشمس، ستميل بسبب الضغط الناجم عن قذفها

NASA



بالفوتونات، وتتوازن باستعمال عجلتيها الصالحتين. بهذه الطريقة، أمل الفريق في الوصول إلى عُشْر أداء كبلر الأصلي، ولكن باستعمال تنقيحات إضافية للبرمجيات ـ كما يقول تشارلي زوبك، مدير مشروع كبلر لدى ناسا ـ يمكن للتحسين أن يكون أفضل من ذلك؛ ليصل إلى نحو واحد من اثنين أو من ثلاثة من الأداء الأصلي. يرى ويمر أن تحسينات أخرى ستردم الفجوة كليًّا.

من محدوديات المهمة K2 أن كبلر يجب أن يُبقِي جانبه مقابلًا للشمس أثناء مداره، وهذا يُرغمه على تغيير مجال رؤيته كل 80 يومًا تقريبًا. تلك مدة غير كافية لتصيُّد كواكب شبيهة بالأرض حول نجوم شبيهة بالشمس، لكنها تسمح لـK2 بملاحقة أجرام سماوية أخرى من قبيل عناقيد نجمية تكونت حديثًا (انظر: «تغيير حقل الرؤية»).

سيوجه كبلر أنظاره في فبراير إلى العنقودين الشهيرين (الثريا والقلاص)، ثم في إبريل إلى (خلية النحل، وM67). يحب الفلكيون هذه الأجرام، لأن النجوم فيها من العمر نفسه، وهذا ما يُستنتَج بسهولة من خلال رسم منحنيات سطوعها ولونها. يجب أن توفر هذه الأرصاد لقطات لمنظومات كوكبية في أثناء تكوُّنها الأوَّلي، وهذا ما يمكن أن ينهي الجدل حول كيفية تكوُّن الكواكب وهجرتها.

وثمة فرص أخرى بالقرب منا. ففي حياة كبلر السابقة، كشف كبلر أن العمالقة الجليدية من حجم نبتون هي الأكثر شيوعًا في مجرة درب التبانة. وفي هذه السنة والتي تليها، سيوجه أنظاره إلى عملاقي المنظومة الشمسية (نبتون وأورانوس)؛ أملًا في معرفة المزيد عن بنيتيهما الداخلية عبر رصد نبضات من الاهتزازات الزلزالية فيهما.

وضع فريق كبلر خططًا حتى إبريل 2016، عندما ينظر كبلر إلى مركز درب التبانة باحثًا عن أجرام غامضة تُسمى بالكواكب الطليقة Free-floating. توحي أرصاد سابقة بأن عدد الكواكب من حجم المشتري يفوق عدد النجوم في درب التبانة بمرتين أو أكثر. ويمكن لمعظمها أن يُكتشَف فقط عندما يمر أمام نجم بعيد، حيث تحني جاذبيتها ضوء النجم كالعدسة. ويجب أن يكون كبلر قادرًا على تأكيد أعداد تلك الكواكب الانعزالية، كما يقول أندرو جولد، الفيزيائي الفلكي بجامعة ولاية أوهايو في كولومبس. ويرى جولد أنه من المرجح أن يكون بعض الكواكب الطليقة قد أُخرج من منظوماته، لكن كتله الكبيرة أيضًا تجعل من الصعب تخيُّل كيفية حصول ذلك. وإحدى الإمكانيات هي الالتقاء بنجوم أخرى.

ثمة أهداف أخرى محتملة كثيرة، منها أقزام بُنِّية ـ وهي أصغر نجوم معروفة، وتوجد فيها غيوم وأعاصير كالمشتري ـ وأقزام بيضاء، وهي خافتة، مقارنةً بالنجوم الشبيهة بالشمس. هذا يجعل الكواكب التي تستضيفها الأقزام البيضاء سهلة الرؤية، ولذا.. تُعتبر أهدافًا مغرية للمراصد المستقبلية، مثل تليسكوب جيمس وِب الفضائي، التابع لـ«ناسا»، والمقرر إطلاقه في عام 2018.

يخشى بعض الفلكيين من محدودية إنتاجية K2، بسبب شح مِنَح البحوث من «ناسا»، لا بسبب عدم توفر البيانات. فالتمويل المضمون لعمل كبلر هو 2 مليون دولار سنويًّا فقط. وثمة مبلغ منفصل، مقداره 17 مليون دولار، يُوزع سنويًّا على جميع أعمال تحليل البيانات المؤرشفة من مهمات «ناسا» السابقة، لكن التحرك نحو زيادة تمويل المؤرشفات بطيء لدى ناسا، وفقا لرأي جريجوري سلون، الفلكي بجامعة كورنل في إيثاكا بنيويورك، إلا أنه ضروري لتوفير الوقت اللازم للباحثين؛ لمتابعة جني الفوائد العلمية من مهام مثل K2. يقول سلون: «المسألة هي أن ثمة مجموعة بيانات كبيرة وغنية، وستمضي سنوات طويلة قبل أن نستوعبها فعلًا». ■

علم الحفريات البشرية

تحديد تسلسل جينوم أقــدم إنســان معــروف

تُظْهِر نتائج الحمض النووى أن جماعة من البشر المعاصرين قد تجوّلوا حول آسيا.

إوين كالاواى

حَوَت عظمة ساق يبلغ عمرها 45,000 سنة، وُجدت في سيبريا، أقدم تتابع جينومي للبشر المعاصرين (*Homo sapiens*) تم تسجيله، كاشفةً عن جماعة غامضة، من الممكن أن تكون قد عاشت في وقت ما في شمال آسيا. قدَّم تسلسل الحمض النووى الذي جاء من ذكر صياد أدلة محيرة عن رحلة البشر المعاصرين من أفريقيا إلى أوروبا وآسيا وما بعدها، وأيضًا عن خبراتهم الجنسية مع بشر نياندرثال.

كان من الممكن أن يظل نوعه غير معروف، لولا نيكولاي بيريستوف، فنان روسي متخصص في صنع الحليّ من أنياب الماموث العتيقة. في عام 2008، كان بيريستوف يبحث عن العاج على طول نهر إرتيش في سيبريا، حين لاحظ نتوءًا عظميًّا يبرز من ضفة النهر. قام بيرستوف بالتنقيب، وحمل العظمة إلى خبير شرعي بالشرطة، أكَّد أن العظمة على الأرجح بشرية.

اتضح لاحقًا أنها عظمة فخذ أيسر بشرية، وقد وجدت طريقها في النهاية إلى معهد ماكس بلانك لعلوم الإنسان التطورية في لايبتسيش بألمانيا، حيث تم تحديد عمر العظمة باستخدام الكربون. يقول بنس فيولا، عالِم الحفريات البشرية، الذي شارك في دراسة البقايا: «كانت عظمة متحجِّرة إلى حد كبير، وكنا نأمل في أن يتضح أنها قديمة. لقد حالفنا الحظ. كانت أقدم من أيّ إنسان معاصر تم تسجيله حتى الآن». استمر الحظ الحسن حين وجد زملاء فيولا أنّ العظمة تحتوى على حمض نووي مُصَان بشكل جيد، وقاموا بتحديد تسلسل القواعد في الجينوم بدقة تعادل تلك التي تتحقق في تحليل الجينومات البشرية حاليا (Q. Fu *et al. Nature* **514**, 445–449; 2014).

قام الباحثون بتسمية العظمة «عظمة أوست إشيم»، على اسم المقاطعة التي وجد بيريستوف البقايا بها. وقاموا بتحديد عمر العظمة بين 43,000 و47,000 سنة، بما يساوي تقريبًا ضِعْف عمر أقدم جينوم لإنسان معاصر تم تحليله بالكامل، رغم وجود جينومات بشرية أثرية أقدم.

قد يكون الحمض النووي الفرصة الوحيدة لربط تلك البقايا ببشر آخرين. يقول فيولا: «لقد جاء هذا الرجل من حيث لا ندري. لا يوجد موقع حفريات أثرية يمكن ربطه به»، مشيرًا إلى أن جماعته قد تكون تجوّلت بعيدًا في دائرة أوسع.

ينحدر إنسان أوست إشيم على الأرجح من جماعة منقرضة قريبة الصلة بالبشر الذين غادروا أفريقيا منذ أكثر من 50,000 سنة؛ ليعمروا بقية الأرض، ثم انقرضوا بعدها، كما يقول فيولا.

عظمة فخذ أوست إشيم.

BENCE VIOLA, MPI EVA

تُعتبر النتيجة الأكثر إثارة عن أصل إنسان أوست إشيم هي أن حوالي 2% من الجينوم الخاص به يأتي من إنسان نياندرثال. وتُعتبر هذه هي تقريبًا النسبة المتوارية نفسها في جينومات كل البشر من غير الأفريقيين حاليًّا، وذلك نتيجة للقاءات التزاوج بين أسلافهم، وبشر نياندرثال. على الأرجح اكتسب إنسان أوست إشيم تلك النسبة من الحمض النووي الخاص بنياندرثال، عن طريق مثل هذا التزاوج، الذي حدث ـ كما تشير دراسات سابقة ـ بعد ما غادر السلف المشترك للأوروبيين والآسيويين أفريقيا، وقابل بشر النياندرثال في الشرق الأوسط.

وحتى الآن، لم يكن توقيت تلك اللقاءات محددًا بعد، ومرجَّح أنه كان ما بين 37,000 و86,000 سنة مضت، لكن وجود أجزاء من حمض إنسان نياندرثال النووي في جينوم إنسان أوست إشيم يشير إلى أنها حدثت في وقت ما بين 50,000 و60,000 سنة مضت، على أساس قطع حمض نياندرثال الطويلة في جينوم إنسان أوست إشيم. تختلط كروموزومات الأب والأم في كل جيل، لتقصّر قطع الحمض النووي للفرد بمرور الزمن.

يقول كريس سترينجر، خبير الحفريات البشرية في متحف لندن للتاريخ الطبيعي، إن تحديد التاريخ الدقيق لتزاوج إنسان نياندرثال يُعَدّ تحديًا للعلماء الذين يفترضون أن البشر المعاصرين قد غادروا أفريقيا قبل 100,000عام، ووصلوا إلى آسيا منذ أكثر من 75,000 عام. أشار هؤلاء الباحثون، ومن ضمنهم مايكل بيترااليا، عالِم الآثار بجامعة أكسفورد، بريطانيا، إلى وجود عظام شبيهة بعظام الإنسان الحالي (*H. sapiens*) من منطقة الشام، عمرها أكثر من 100,000 عام، وإلى أدوات حجرية من الهند يصل عمرها إلى 70,000 عام، كدليل على خروج مبكر للبشر من آسيا، مرورًا بالساحل الجنوبي، وصولًا إلى أوقيانوسيا وأستراليا في النهاية، لكن بيترااليا ينظر إلى جينوم أوست إشيم بشكل مختلف، قائلًا: «أعتقد أن هذا جزء من فترة ازدهار لجماعات البشر، حدثت منذ 45,000 سنة، مما يعني أن البشر المعاصرين قد وصلوا إلى أطراف العالم منذ 45,000 سنة». قد يكون عددهم تخطَّى أعداد جماعات البشر التي وصلت مع الهجرات المبكرة.

يتوقع بيترااليا أن ترسم عيِّنات الحمض النووي القديم والحفريات صورة أعقد بكثير عن استعمار البشر لآسيا. يقول سترينجر: «هذا مجرد كشف بالصدفة في أحد أنهار سيبريا. فماذا يمكن أن نجد أيضًا، إذا ما بدأنا بحثًا نظاميًّا؟» ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإيبولا بالأرقام

يستمر مرض الايبولا في الانتشار في غرب أفريقيا، مع تضاعف عدد المصابين تقريبا كل 3-4 أسابيع. يُعتقد أن أكثر من 8,000 شخص قد التقطوا المرض، توفي نصفهم تقريبا، وفقًا لما أوردته منظمة الصحة العالمية. ورغم أن هذه التقديرات مذهلة بالفعل، إلا أن الوضع على الأرض يعني عدم الإبلاغ عن كافة الحالات والوفيات، لذا.. من المرجح أن يكون حجم انتشار المرض الحقيقي أكبر بكثير.

خارج أفريقيا، أصيب عامل الرعاية الصحية في ولاية تكساس أثناء علاج مريض أُدخل إلى مستشفى في دالاس بعد سفره من ليبيريا، وقد مات مؤخرًا. كما أصيبت ممرضة في مدريد التقطت الفيروس بعد رعاية مبعوث كان قد أصيب بالعدوى أثناء رعايته لمرضى في غرب أفريقيا. ويبقى العاملون في مجال الرعاية الصحية من أكثر المجموعات عرضة لخطر التعرض للإصابة، فبحلول 8 أكتوبر، أصبح عدد المصابين 416، توفي 233 منهم.

لا يزال انتشار المرض خارج بؤرته المركزية المتمثلة في غينيا وليبيريا وسيراليون محدودًا. وفيما عدا الذين أصيبوا في دالاس وإسبانيا، عُرفت حالتان أخريان مُصدَّرتان فقط: إحداهما في نيجيريا، والأخرى في السنغال. والرجل الذي سافر إلى لاجوس من ليبيريا سبّب حدوث 19 حالة أخرى في نيجيريا، ولكن تم حصر انتشار المرض بفعل تحرك السلطات السريع لتعقب ومراقبة الذين كانوا على اتصال مع الرجل المصاب. وتمكنت تدابير صحية عامة مماثلة من إيقاف حالات أخرى في السنغال بعد أن سفر رجل مصاب بالعدوى من غينيا إلى داكار.

تمكنت سلطات البلدان التي تمثل مركز محاربة المرض من تحقيق بعض التقدم في إبطاء انتقال العدوى، لكن المرض عاود الظهور في أماكن كانت تبدو تحت السيطرة، كما هو الحال في كوناكري عاصمة غينيا. في الوقت نفسه، فإن التكلفة التقديرية لمحاربة المرض تأخذ منحى تصاعديًّا. في 8 أكتوبر حذّر بان كي مون، الأمين العام للأمم المتحدة، بأن هناك حاجة إلى "زيادة المساعدة بما لا يقل عن 20 ضعفًا" من أجل مواجهة المرض، لكن "الأمور ستزداد سوءًا قبل أن تتحسن"، حسب تحذيره. إن درجة السوء ستعتمد على المجتمع الدولي، الذي تعرّض لانتقادات واسعة لاستجابته المتأخرة، وبطئه في ترجمة التعهدات إلى عمل ملموس.

حصيلة ترتفع

يستمر عدد حالات الإيبولا في الارتفاع بسبب عدم كفاية إجراءات السيطرة في المناطق الموبوءة، لكنه قد يتراجع بسرعة إذا تمكن المجتمع الدولي والبلدان المصابة من تنفيذ استجابة فعالة.

ليبيريا ■ سيراليون ■ غينيا □

عدد الحالات

الزمن المنقضي منذ بدء انتشار المرض (بالأسابيع)

45 40 35 30 25 20 15 10 5

السنغال
مالي
غينيا بيساو
غينيا
كوناكري
فريتاون
سيراليون
ساحل العاج
ليبيريا
مونروفيا

عدد الحالات

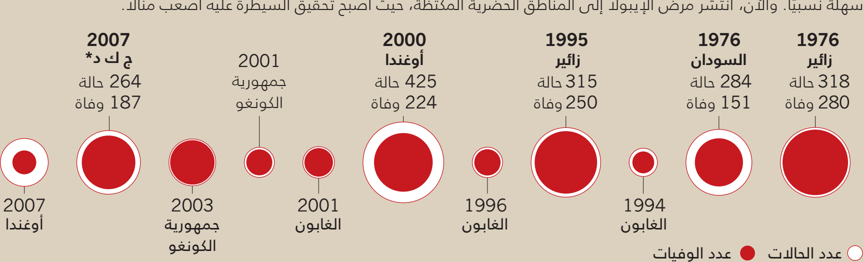
600–301
300–201
200–101
100–11
10–1

لا توجد حالات مبلّغ عنها
منتهية الفعالية
نشطة
مناطق جديدة نشطة

100 كيلومتر

حجم غير مسبوق

صغّر انتشار المرض الحالي من أكبر الأمراض التاريخية التي انتشرت في أفريقيا، والتي كانت في الريف، وكانت السيطرة عليها سهلة نسبيًّا. والآن، انتشر مرض الإيبولا إلى المناطق الحضرية المكتظة، حيث أصبح تحقيق السيطرة عليه أصعب مثالًا.



MAP: WHO; CASE PLOTS: EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL; TIMELINE: WHO; DESIGN: JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نقل المرض

ينتقل مرض الإيبولا عن طريق ملامسة السوائل الجسدية للشخص المصاب بالعدوى، لكنه أقل إحداثًا للعدوى من كثير من الأمراض الشائعة، كالنكاف، والحصبة. في حالة حدوث المرض، سيكون كل مريض بالإيبولا سببًا لنقل العدوى إلى شخص آخر، أو اثنين.

إيبولا	سارس	فيروس العوز المناعي البشري	النكاف	الجدري	السعال الديكي	الحصبة
1–2 شخص	2–5 أشخاص	2–5 أشخاص	4–7 أشخاص	5–7 أشخاص	12–17 شخصًا	12–18 شخصًا

الوصول إلى العالم

يمكن لنمذجة الأحجام التاريخية للمسافرين جوًّا وشبكات الطيران أن تشير إلى الوجهات الدولية التي قد يصل إليها مسافر مصاب بالإيبولا.

غينيا

عدد المسافرين أسبوعيًّا

- 6,000≤
- 3,000–6,000
- 1,500–3,000
- 300–1,500

الأشخاص القريبون من المريض

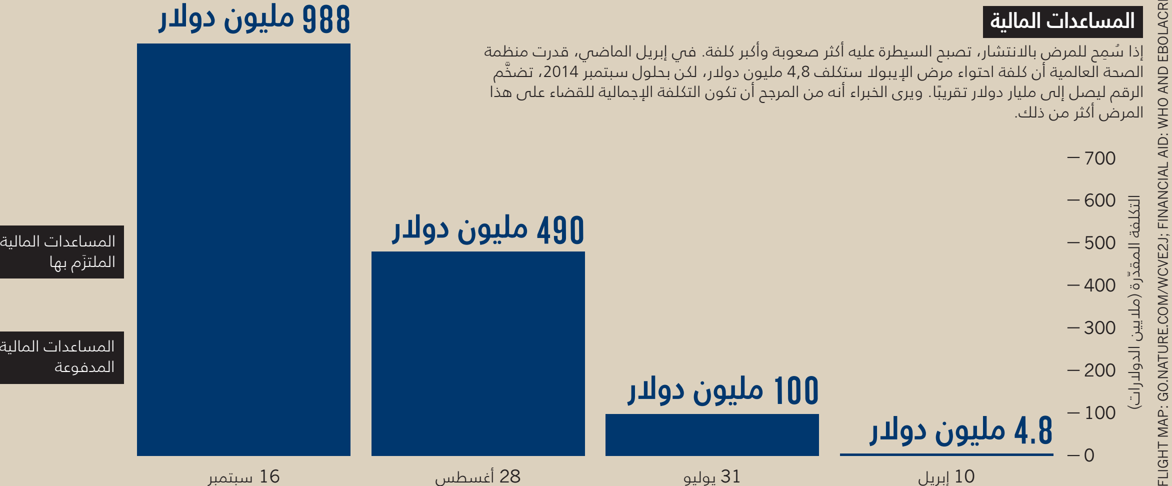
مراقبة الأشخاص الذين كانوا على اتصال مباشر بشخص ظهرت عليه أعراض الإيبولا لمدة 21 يومًا – فترة حضانة الميكروب – قد تساعد في الوقاية من استمرار انتقال الفيروس، لكن من الصعب ملاحقة هؤلاء الأشخاص في المناطق كثيفة الإصابات، خاصة عندما تكون الموارد محدودة.

مصاب بالإيبولا

- الشخص الذي كان على اتصال به لا يبدي أعراضًا
- الشخص الذي كان على اتصال به يظهر أعراضًا، لكنه لا يتواصل مع آخرين؛ فيتوقف الانتشار
- الشخص الذي كان على اتصال به ينقل العدوى، لذا.. يوضع الأشخاص الذين يتواصلون معه تحت المراقبة، إلى أن تتوقف الحالات الجديدة عن الظهور.
- ؟ عدم العثور على الأشخاص الذين كانوا على اتصال به قد يسبب انتشار الإيبولا

المساعدات المالية

إذا سُمح للمرض بالانتشار، تصبح السيطرة عليه أكثر صعوبة وأكبر كلفة. في إبريل الماضي، قدرت منظمة الصحة العالمية أن كلفة احتواء مرض الإيبولا ستكلف 4,8 مليون دولار، لكن بحلول سبتمبر 2014، تضخَّم الرقم ليصل إلى مليار دولار تقريبًا. ويرى الخبراء أنه من المرجح أن تكون التكلفة الإجمالية للقضاء على هذا المرض أكثر من ذلك.



TRANSMISSION: EBOLA: WHO EBOLA RESPONSE TEAM N. ENGL. J. MED. HTTP://DOI.ORG/VVW (2014). OTHERS: GO.NATURE.COM/ACTU4R

FLIGHT MAP: GO.NATURE.COM/WCVE2J; FINANCIAL AID: WHO AND EBOLACRISISRESPONSE.ORG

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

حكـــايات الهـــوبيـــت

في عام 2004، أعلن باحثون عن اكتشاف إنسان فلوريس *Homo floresiensis*، وهو قريب صغير للإنسان الحديث، عاش مؤخرًا منذ نحو 18,000 سنة. والآن، يُعَدّ «الهوبيت» أكثر حفريات أشباه البشر أهمية في جيله. وهنا، يروي العلماء الذين قادوا الاكتشاف قصته.

إوين كالاوي



الفريق

رادن سويجونو: المركز الوطني الإندونيسي لعلم الآثار (آركيناس)، جاكرتا (توفي عام 2011)؛ مايك موروود: جامعة نيو إنجلاند، أرميدال، أستراليا/جامعة ولونجونج، أستراليا (توفي عام 2013)؛ تويكو جاكوب: جامعة جادجه مادا، يوجياكارتا، إندونيسيا (توفي عام 2007)؛ بيرت روبرتس: جامعة ولونجونج؛ بيتر براون: الجامعة الوطنية الأسترالية، كانبرا: ليه دايتون: مراسلة علمية سابقة في «ذه أستراليان» *The Austerlian*، سيدني: دين فولك: جامعة ولاية فلوريدا، تالاهاسي؛ مايِسك هننبرج: جامعة أديلايد، أستراليا: بيل چنجرز: جامعة ستوني بروك، نيويورك: ليزلي آيلو: مؤسسة وينر–جرن للبحوث الأنثروبيولوجية، نيويورك سيتي: روبرت مارتن: متحف فيلد، شيكاغو، إلينوي: واهيو سابتومو: أركيناس؛ توماس سوتيكنا:وقتها، أركيناس /حاليًا، جامعة ولونجونج.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لم يكن فريق الهوبيت مهيئًا للعثور على أنواع جديدة. وبدلًا من ذلك.. كان الباحثون يحاولون اقتفاء آثار القدماء وهم يرتحلون من بر آسيا إلى أستراليا. كانت هذه هي الفكرة عندما بدأوا الحفر في ليانج بوا، كهف بديع كبير في أعالي فلوريس بإندونيسيا. وكان يقود الفريق عالِمَا الآثار مايك موروود، ورادن سويجونو، اللذان رحلا عن عالمنا.

توماس سوتيكنا (عالِم آثار ميداني، مسؤول عن التنقيب): في عام 1999، جاء مايك إلى مكتبنا، واقترح الحفر في ليانج بوا. «ليانج بوا» تعني الكهف البارد، فهي تقع على ارتفاع 500 متر فوق مستوى سطح البحر، قريبًا من ملتقى نهرين، وتمدّ بالموارد الطبيعية، كالمياه، والمواد الخام للمصنوعات اليدوية الحجرية. السقف عالٍ حقًّا؛ ما يوفر تدويرًا جيدًا للهواء؛ لتجديده. وثمة ضوء شمس على مدار السنة. إنه مناسب جدًّا للسكنى.

ريتشارد «بيرت» روبرتس (عالم التقويم الجيولوجي الذي تراءى له الحفر هناك مع موروود): بدأت الحفريات على نطاق ضيق جدًّا في عام 2001، لكننا عثرنا على بعض الأشياء المثيرة: عظام ستيجودونات، وهي فيلة بدائية قزمة، منقرضة حاليًّا. كان هناك الكثير من تنانين كومودو، والكثير من عظام الجرذان، وجميع أنواع الأجناس الأخرى، ومن بينها نوع من اللقلق العملاق. لم نجد أي شيء مبهر حتى عام 2003.

واهيو سابتومو (عالم آثار ميداني): قبل أن يتركنا موروود عند نهاية الموسم في عام 2003، قلت «لِمَ تغادر الآن؟ إذا غادرت، قد نعثر على شيء ما مهم». لاحقًا، وبعد بضعة أيام، في الثاني من سبتمبر، كنت أباشر الإشراف في القطاع السابع. كان العاملون من الأهالي يحفرون على عمق نحو 5.9 متر. وقد صادف الجاروفُ جمجمةً. نزل عضو من فريقنا، متخصص في عظام البشر والحيوان، وقال: «نعم، أنا متأكد أنه عظم آدمي، لكنه صغير جدًّا». كان توماس مريضًا في ذاك اليوم، ومكث في الفندق. لذا.. عدتُ أنا إليه والتقيت به. قلت، «لديّ شيء بالغ الأهمية. لقد عثرنا على أول بشر في طبقة البليستوسين».

سوتيكنا: تلاشت حُمَّتي على الفور. لم أهنأ بنوم تلك الليلة. ولم يمكنني الانتظار إلى شروق الشمس. ذهبنا في الصباح الباكر إلى الموقع، وعندما وصلنا إلى داخل الكهف، لم أقل شيئًا، لأن قلبي وعقلي لم يمكنهما التعامل مع هذه اللحظة المدهشة. نزلتُ إلى الحفر، ونظرت إلى العظام بعناية. كان من المستحيل إخراجها بسبب حالة العظام. لذا.. قررنا أن نقتطع البقايا ونستخرجها مع الرواسب، كتلة بكتلة، وإعادتها إلى الفندق. احتجنا بضعة أيام لنستخرج كل العظام.

روبرتس: كان جسما صغيرًا جدًّا. كان هذا أول شيء واضح للوهلة الأولى، لكن الجمجمة أيضًا كانت صغيرة بشكل لا يُصدَّق. ظننا في البداية.. «ياه، إنه طفل». كان هناك شخص يعمل معنا اسمه روخس. هو الذي أجرى كل التعريفات الخاصة بالطبيعة حيوانية العظام، لكن روخس قال: «لا، لا، لا، إنه ليس طفلًا. إنه ليس إنسانًا حديثًا على الإطلاق. إنه نوع مختلف».

سابتومو: رسَم توماس الهيكل على ورق، وأرسله بالفاكس إلى مايك، وإلى البروفيسور سويجونو في جاكارتا.

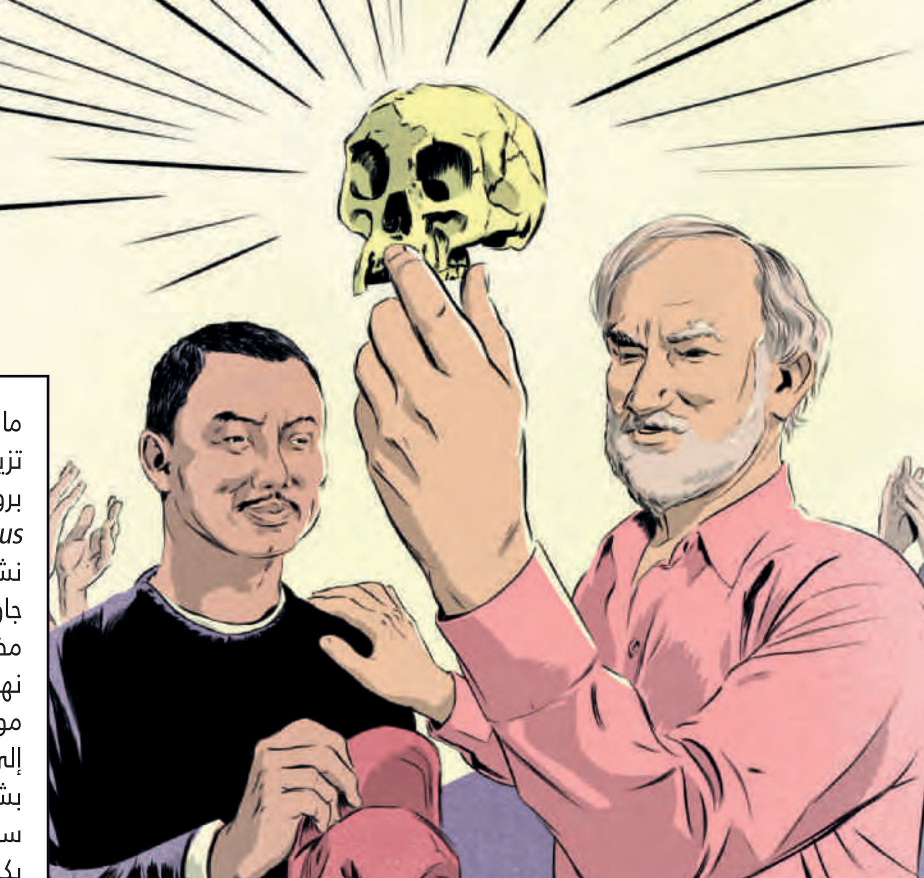
سوتيكنا: اتصل بي مايك ليلًا. لم أستطع فهْم ما كان يقول على الهاتف. كان متحمسًا للغاية.

روبرتس: دعا مايك بيتر براون للمجيء، وإلقاء نظرة على البقايا. بيتر متخصص بارع جدًّا في علم مستحاثات أسلاف البشر، لكنه صعب المراس كذلك. ويمكن أن يكون متشككًا.

بيتر براون (عالِم مستحاثات أسلاف البشر): لا يعلم مايك الكثير عن الهياكل العظمية للبشر، ولا الباحثون الإندونيسيون يعلمون كذلك. كنت متشككًا تمامًا. وربما كان الرسم جَرَّة إغريقية، فهو لا يوضح أي شيء على الإطلاق.

كنت مهتمًّا وراغبًا في الذهاب إلى جاكرتا. إنه مكان مثير.. عندما تزوره. أحب الطعام، وأحب الجو والثقافة، وكل شيء هنا، لكن لم أكن أتوقع العثور على أي شيء مثير أو مهم. على الأكثر، ظننت أنه سيكون هيكلًا عظميًّا لإنسان حديث غير بالغ، يعود ◄





براون: إذا قال مايك إنه عثر على دليل سفينة فضائية في فلوريس؛ لكنتُ أقل اندهاشًا.

هنري جي: (كبير محرِّرين في دورية *Nature*): لم يحذرني أحد. عادةً ما تميل هذه الأشياء إلى الالتباس

ما لبث أن حدَّد الفريق أن الهيكل العظمي لأنثى، تزيد قامتها قليلًا عن المتر، ولَقَّبُوها بـLB1. تساءل براون وموروود عما إذا كان النوع فرعًا من *Homo erectus* أو الإنسان المنتصب (قريب قديم للبشر، نشأ في أفريقيا منذ مليوني سنة، وعاش في جزيرة جاوا بالقرب من فلوريس، حتى نحو 150,000 سنة مضت). إذا كان نسله قد بقي في فلوريس حتى نهاية آخر عصر جليد، فلربما تضاءل بسبب نقص موارد الجزيرة. وبدلًا من ذلك.. ربما كان نوعا ذا قرابة إلى الإنسان الأسترالي australopithecines، وهم بشر صغار الجسم، جابوا أفريقيا منذ أكثر من مليوني سنة. أدرك براون ومايك أنهما بحاجة إلى إخبار العالم بكشفهما.

تاريخه إلى العصر الحجري الحديث، أو ربما أقدم قليلًا. الاحتمال الآخر أنه كان شخصًا مريضًا، ذا اضطراب في النمو. كانت هذه توقعاتي عندما حضرت.

روبرتس: ربما كان بيتر متشككًا، كما كنت أنا، «أهذا نوع بشري جديد؟ بالتأكيد، ربما كانت حماسة مايك تزداد في جاكرتا. فلقد أمضى في الدغل وقتًا طويلًا جدًّا». الأفضل له أن يطير بعيدًا عن هناك، فغالبية الناس لديها التزامات تدريسية، وأشياء يجب عليها القيام بها.

براون: سعيتُ إلى المختبَر مع مايك والفك السفلي (الشدق) قد تم تنظيفه. نظرت مليًّا إلى الفك السفلي، ربما لِست ثوان أو أقل، وقد عرفت أنه لا يمكن أن يكون فكًّا سفليًّا لإنسان حديث. عرفت أنه لا بد أن يكون من نوع آخر. وسارت الأمور من هذه النقطة. شرعت في تنظيف الجمجمة، والقيام بأعمال أخرى على المجموعات. كل شيء كان هشًّا جدًّا جدًّا، ويجب تجفيفه وتغليفه بالمواد الحافظة. كان من السهل جدًّا أن تخدش أي شيء أو تهشمه. فلو خطوت فوق الأشياء؛ قد ينتهي بك الأمر فوق كومة كالبطاطس المهروسة، أو شيء من هذا القبيل.

روبرتس: يبدو أن بعض الناس، مثل الرفاق في أفريقيا، يعملون على الأشياء لنحو 10 أو 15 سنة قبل أن يحصل في النهاية على وصف أحفورة. عند المقارنة، كان بيتر يعمل بسرعة البرق. في اعتقادي أنا ومايك أنه استغرق وقتًا طويلًا.

براون: قمت بتهريب بعض بذور الخردل عبر الجمارك، بغية قياس حجم المخ. لذا.. نظفتها كلها بعناية بقدر استطاعتي. قلبتها رأسًا على عقب، وصببت البذور فيها. كنت قد أخذت بذورًا تكفي لقياس حجم مخ إنسان حديث، لنقل 1.5 لتر من البذور، لكن الجمجمة اتسعت لنحو 400 ملِّيمتر. لقد اندهشت.. فآخِر مرة سارت فيها كائنات مخها بمثل هذا الحجم كان منذ نحو 2.5 مليون سنة إلى 3 ملايين سنة. لم يكن عقلي ليقبل بمثل هذا على الإطلاق. دَوَّنْتها للمرة الثانية، ومرة ثالثة. مايك وتوماس كانا ينظران إلي ويتعجبان.. لِمَ أبدو شاحبًا قليلًا هكذا. كنت أحاول حشر المزيد من البذور في الجمجمة بإصبعي؛ محاولًا زيادة الحجم، لأن الأمر لم يكن معقولًا حقًّا.

روبرتس: جاءت تواريخ الكربون، وكانت نحو 18,000سنة. عند هذا الحد، كان الأمر «مُطْلَقًا، شديد الغرابة». كان هذا إنسانًا بدائي المظهر، عاش في نهاية آخر أوج للتجلد، في نهاية آخر عصر جليدي.

بالقليل من الشائعات، لكن هذا الخبر جاء إلى مكتبي يومًا ما في مارس 2004، وكان الاكتشاف موجودًا (حقيقة) هناك.

روبرتس: لربما سقط العجوز هنري المسكين عن مقعده عندما حصل على الأوراق.

جي: أود أن أقول في البداية إنه لم يصعقني بالاكتشاف الرائع جدًّا. كان لديهم هذا الكائن الغريب، وصوت الأوراق كان خفيضًا جدًّا، لكن عندما تكون محرِّرًا؛ فإنك تقرأ ما بين السطور، وكان السطر: «ساعدونا، نحن لا نعرف ما عساه أن يكون هذا الشيء. نحن سنصفه فقط، وسنمنحه اسمًا غير ملزِم، وسننظر ماذا ترون».

براون: ظننت أنه كان نوعًا جديدًا، وربما جنسًا جديدًا. كنت أعتقد أنه كان مختلفًا للغاية.

جي: عندما جاء إلينا، أسموه اسمًا لاتينيًّا، *Sundanthropus floresianus* – رجل من منطقة صندا من فلوريس. حسنًا، قال المحكِّمون إنه واحد من البشر *Homo*، وهذا ما ينبغي أن يكونه، وأحد المحكمين قال *floresianus* تعني حقيقة «دبر فلوريس»، لذا.. يجب أن يكون *floresiensis*، ومن هنا جاءت التسمية.. إنسان فلوريس *Homo floresiensis*.

روبرتس: عرفنا أنه يجب أن نمنحه اسمًا يصلح للنشر. بالطبع لا نستطيع أن ندعوه *Homo floresiensis*، لذا.. قال مايك: «يروق لي الهوبيت». قلت: «لا بأس، طالما لن يسبب أي مشكلات مع 'تولكينز إستيت'»، أيًّا كان اسمها، إذ يمكن أن يكونوا عدوانيين جدًّا مع من يستخدمون كلماتهم ذات العلامة التجارية. أشار مايك إلى LB1 بوصفه هوبيت، لا «الهوبيت». لبرهة.. كان مايك يحاول إقناع بيتر براون بتسميته *Homo hobbitus*. ظننت أنه كان يعتقد أن مايك دجالًا تمامًا، لمجرد التفكير في ذلك.

براون: لم أوافق أنا، ولا مايك على الألقاب، لأني اعتقدت أنها تجعله تافهًا، وظننت أن من شأنه أن يتصل بي كل أخرق على الكوكب بمجرد نشره. وكان هذا حقيقيًّا – تليفونات لا نهاية لها من أناس يرون شخصًا صغيرًا مُشْعِرًا في أفنية بيوتهم.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عندما نشرت الأوراق التي تبلغ عن الاكتشاف[1,2] في 27 أكتوبر 2004 (28 أكتوبر في أستراليا وإندونيسيا)، جذبت اهتمامًا جماهيريًّا بطريقة لا تحوزها سوى بضع قصص خبرية.

لي دايتون (مراسل علمي): كان الاكتشاف ضخمًا، ضخما للغاية. كان كل شخص يتحدث عنه، حتى المحررين الذين يبغضون العلوم تمامًا أيًّا كانت، كانوا مفتونين. كنت أتصفح الجريدة، النسخة المطبوعة من القصة الخبرية التي كتبتها لصالح «ذا أستراليان» *The Australian*، بقية الأخبار كانت عن الشأن السياسي المعتاد، وتحقيقات الشرطة، وأرقام التضخم، ثم «صغار، لكنهم بشر».

بيل چنجرز (عالِم مستحاثات أسلاف البشر): اضطررت لمراجعة التاريخ، للتأكد من أنها ليست كذبة إبريل. كان متعذرًا جدًّا لكل ذي عينين أن يكون هناك هذا البشري الضئيل الذي تطوَّر في عزلة في جنوب شرق آسيا، والله يعلم كم مَرّ عليه واستمر حتى بلغ العصر الحديث تقريبًا.

روبرتس: حظي هذا الاكتشاف حقًّا بقدر كبير من اهتمام وسائل الإعلام. بطريقة أكثر من المألوف. كل صحيفة أرادت الحديث إليك، وكذلك برامج التليفزيون.. أراد الجميع الحديث مع كل واحد منا.

براون: الصحافة بطريقتها، دائمًا ما تحب الجدال.. فليس كافيًا أن تكون لديك فقط قصة جيدة فقط. لا أحد يريد أن يقرأ هذا، وهُم دائمًا يحاولون البحث عن شخص غير موافق.

مايك هننبرج (عالِم مستحاثات أسلاف البشر): تلقيتُ مكالمة هاتفية في السابعة صباح 28 أكتوبر 2004، من صحفي بهيئة الإذاعة الأسترالية (إيه بي سي)، الذي سألني: «ماذا ترى بشأن الاكتشاف الجديد؟» قلت: «لا أرى أي شيء. أنت أيقظتني لتَوِّك». قال لي إن أوراقًا نُشرت في دورية *Nature* تقول إن هناك نوعًا جديدًا. قلت: «حسنًا، أعطني بضع ساعات، حتى يتسنى لي العثور على الأوراق». بينما كنت أقرأ، تذكرتُ ورقة عن جمجمة صغيرة الدماغ من جزيرة كريت، عمرها نحو 4,000 سنة. كل قياسات جمجمة LB1 لا تختلف كثيرًا عن الجمجمة المرضية من كريت. لذا.. في الساعة 11 صباحًا، ذهبت إلى راديو هيئة الإذاعة الأسترالية، وقلت أعتقد أنهم عثروا على عيِّنة مرضية. وهذا النوع من التفسير جذب الكثير من الاهتمام.

ثار المزيد من الجدل عندما قرر تيوكو جاكوب ـ رئيس المعهد الوطني الإندونيسي لمستحاثات أسلاف البشر ـ أن عظام الهوبيت تخص مختبره.

روبرتس: وَجَّه سويجونو دعوة إلى تيوكو جاكوب ليلقي نظرة على العظام، وقتئذ وضعها جاكوب في حقيبة، وسار خارجًا من الباب وهي معه. فَقَدَ مايك أعصابه تمامًا واستشاط غضبًا. لم أظن أبدًا أننا سنرى العظام مرة أخرى.

براون: كان الشيء المشين حقًّا أنهم حاولوا عمل قوالب وسَبْك لهذه المادة. إنني لم أفعل هذا، لأنه كان من الواضح أن المادة رخوة وهشة جدًّا على أخذ قوالب لها. وعندما فعلوا ذلك، انكسر الفك السفلي، وتحطمت الجمجمة.

عادت العظام إلى جاكرتا، لكن الجدل حول هوية الهوبيت ازداد سخونة. دعا موروود متخصصين لفحص الأحفورة، واتفقوا معه في الرأي على أنها كانت لنوع جديد. بعض الدراسات المهمة ركزت على القوالب الداخلية – قوالب لداخل جمجمة الهوبيت التي كشفت تفاصيل دماغه.

چنجرز: لم يكن مايك ليسأل مرتين. فقد قُدم إلى الفريق شخصيًّا في جاكرتا في عام 2006، ومنذ ذلك الحين ـ وللأبد ـ تستحوذ هذه الحفرية على قسم طيب من مسيرتي المهنية.

روبرتس: بدأ عدد غير قليل من الجانب الأمريكي في إلقاء ثقله وراء فريقنا، وساعدونا في المضي والثبات. لقد فككوا الهوبيت فعليًّا إلى أجزاء، وضمُّوها إلى بعضها البعض مرة أخرى، ووجدوا بالفعل أنه نوع غير عادي تمامًا من الحيوان.

چنجرز: كنت قادرًا على تجميع قدم كاملة تقريبًا، لم تكن تشبه أي شيء رأيته في سجل الحفريات. أعتقد أن هؤلاء الأشخاص كانوا متسلقين. لا أعرف إنْ كنت قد زرت فلوريس، لكن كان هناك تنانين كومودو ضخمة على الجزيرة عندما كان هؤلاء الأشخاص يجوبونها. والتنانين البالغة لا تتسلق، لذا.. إذا كنت هوبيت، فملاذي سيكون في الأشجار.

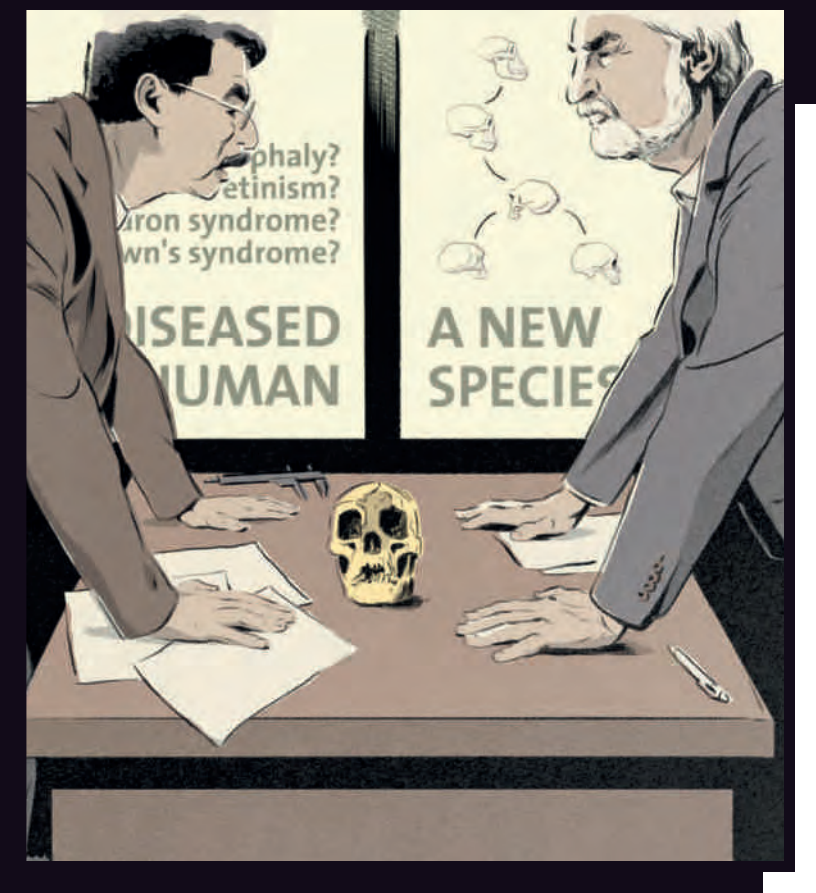
دين فولك (متخصصة في علم الأجناس البشرية التطوري): دعاني مايك موروود لإعداد القالب الداخلي ووصفه. كنت متحيزة عند البدء في الدراسة. ولأنّ الدماغ كانت صغيرة جدًّا، ظننت أنها ستكون شبيهة بالرئيسيات الأخرى التي لها أدمغة من الحجم ذاته، وتحديدًا القردة، لكنها لم تكن كذلك. لم تشبه دماغ شمبانزي. كان القالب الداخلي للإنسان المنتصب *Homo erectus* أكثر ما يشبهها في شكلها العام.

واصل علماء آخرون تأييدهم لفكرة أن عيِّنة LB1 لإنسان مريض.

روبرت مارتن (متخصص في علم الأجناس البشرية الحيوي): أعتقد جادًّا أن هناك شيئًا شاذًّا فيما يخص عينة LB1. أفضل ما يمكنني القيام به هو دراسة صغر الرأس. هناك مئات الجينات التي يمكنها أن تنتج دماغًا صغيرة، مع آثار غير مباشرة على جميع البدن.

فولك: كان لدينا شعور بأننا بحاجة إلى القيام بدراسة صغر الرأس. وانتهيت إلى ◄





تتبُّع هذا الخيط، وجمعت عيِّنة صغيرة جدًّا، نحو عشرة، لكن من الصعب حقًّا أن تجد عشر قوالب من الصعليات. عندما نظرنا في أمر LB1، وأظهرنا أنه ما من سبيل لأن تكون صغيرة الرأس. من وجهة نظري، هذا البحث[3] حسم الأمر، وأظننا أقنعنا الجميع تقريبًا، عدا بعض الناس. أعتقد حتى أنهم اقتنعوا في النهاية، لأنهم غيروا الأمراض. «فرضية الهوبيت المريض»، كما سماها بيل چنجرز.

چنجرز: بدا وكأنّ لدينا مرضًا جديدًا كل يوم. هذا جنون، جنون. للأسف، أمضينا الكثير من الوقت للتعامل مع أشياء مثل متلازمة لارون، والقماءة، والفرضيات الجامحة والغامضة.

هننبرج: قبل نحو عامين ونصف العام، اتضحت الصورة. استطعت أن أرى جميع علامات العظام متوافقة مع متلازمة داون. هناك 20 سمة أو نحوها متطابقة. وما من سمة واحدة لا تتفق مع LB1.

مارتن: بصراحة تامة، لا أعتقد أننا حققنا الكثير من التقدم في عشر سنوات. ما لدينا.. هو بمثابة مواقف متصلبة. ينبغي علينا الحديث عن التفسيرات والحقائق، لا افتراء الأكاذيب. إنني لست أحمق، لأنني أشكك في هذا.

ليزلي آيلو (متخصصة في مستحاثات أسلاف البشر): كانت هناك بعض القضايا المهمة، التي نشأت إبان الجدل الذي أثاره أنصار فرضية النوع الجديد، ووجبت معالجتها، لكن اتضح أن دحض الفرضية كان قبض ريح.

فولك: في علم أجناس البشر القديمة، هناك دائمًا: ما كان، ودائمًا ما سيكون.. جدل حول أيّ عينات جديدة. كنت مندهشة قليلًا من هذا القدْر من المبالغة في يومنا وزمننا هذين.

آيلو: تداخلت أمور شخصية. والمجال مليء بالغرور، لا سيما غرور الذكور.

روبرتس: أعتقد أن الرأي الآن: نعم، إنها ليست لإنسان حديث مريض، لكن ما إذا كانت نسخة متضائلة من الإنسان المنتصب *Homo ertectus*، أو شيئًا أكثر قِدَمًا مثل الإنسان الماهر *Homo habilis*، أو حتى الأسترالي australopithecine، الذي احتال وكافح للخروج من أفريقيا، فهو أمر لم يُحسم بعد.

براون: جل اهتمامي مُنْصَبّ على كيفية وصول العيِّنة إلى حيث كانت، وكان هذا يتطلب اكتشاف مادة إضافية. ربما لا يحدث هذا وأنا على قيد الحياة.

آيلو: سوف يحدث... إنني أخبر طلابي كل عام باكتشاف شيء ما. ولم أكرر المحاضرة نفسها مرتين.

روبرتس: هذا هو السبب في أننا لا نزال نحاول الحفر في وسط الجزيرة، نبحث في حوض صوا على فلوريس. كان لمايك رأي آخر: دعونا نحاول العثور على عظام الأسلاف، أينما أتوا، إذ ربما تكون في شمال فلوريس. لذا.. ذهبت أنا ومايك إلى الفلبين، وذهبنا أيضًا إلى سولاويزي، في إندونيسيا. كان مايك لا يزال يُجْرِي حفريات للتنقيب في سولايزي، مثلما يقوم كثيرون بذلك هنا.

چنجرز: لم ألتق أي شخص ذا عزم وجلد ومثابرة مثلما كان مايك. كان دائمًا يرنو إلى المستقبل بحثًا عن التنقيب المقبل. لقد نقّبت في ليانج بوا بشكل متقطع، وآخر مرة رأيت فيها مايك كانت في الصيف السابق لرحيله.

روبرتس: جاء مايك بالفعل لِيَرَاني، وقال: «آه بيرت، أحتاج إلى الحديث معك بشأن أمر ما. أنا مريض بالسرطان». بدا أنه يتعب أكثر، وبسهولة أكثر، ولم يكن هذا شأن مايك أبدًا.

چنجرز: توفي مايك متأثرًا بمضاعفات سرطان البروستاتا. كان عمله يستنفده، وأظنه أهمل في صحته. لم يكن يعتني بنفسه كما ينبغي، وحتى حين شُخِّصت حالته، كان الشيء الوحيد الذي يريد الحديث بشأنه هو الحملة القادمة. كان أصيلًا، وصار صديقًا طيبًا. إنني أفتقده.

روبرتس: مَنْ كان يظن منذ عشر سنين أن مايك لن يكون معنا الآن؟ كان لا يثنيه شيء. ولم يكن الاكتشاف ليتم بدونه.

> لايزال فريق الهوبيت يحفر في ليانج بوا. مع عمل تأريخي جديد، يأمل الباحثون في تحديد متى انقرض إنسان فلوريس، وما إذا كان قد عاصر الإنسان الحديث في المنطقة. لقد دفع اكتشاف الهوبيت بجنوب شرق آسيا إلى طليعة البحث في تطور الإنسان، موحيًا بأن أحداث رئيسة ربما حدثت هناك، لكن الاكتشاف أيضًا عَقَّدَ قصة أجناس البشر في آسيا.

روبرتس: كانت لدينا قصة بسيطة لطيفة، حيث كان لدينا الإنسان المعاصر، والنياندرتال (الإنسان البدائي) الذي فَنِيَ، وكانت هذه نهاية البدائيين. لقد قطعنا جنوب شرق آسيا، وهي خاوية، لأن الإنسان المنتصب كان قد اختفى من هناك بالفعل، ثم يمَّمنا شطر أستراليا، ومن هناك انطلقنا. كانت هذه قصة قصيرة واضحة، وكان وقْعها لطيفًا. كان الجميع سعداء بذلك، ثم فجأة أطل الهوبيت برأسه.

براون: إنني الآن أكثر انفتاحًا على فكرة أن ذوي القدمين، صغار الجسم، صغار الأدمغة انتقلوا من أفريقيا في وقت مبكر عن ذلك بكثير، ربما منذ 3 ملايين سنة، أو قبل ذلك. أنا أكثر انفتاحًا على فكرة أنه كانت هناك إخفاقات عديدة في تطور ذوات القدمين، بعضها نجح، والآخر لم ينجح. إنها شجرة شديدة التفرع، وما حدث فقط أننا نَجَوْنا وبقينا.

روبرتس: بالنسبة لي، القيمة النهائية للهوبيت ليست هويته في حد ذاتها، لأنها طريق مسدود. وربما لم تؤد إلى أي شيء حتى الآن، لكنها فتحت الباب أمام الناس للتفكير عن كل شيء بشكل أرحب. أظن أن الهوبيت غيَّر الطريقةَ التي يفكر بها الناس. ■

إوين كالاوي يكتب من لندن لـ*Nature*.

1. Brown, P. *et al. Nature* **431,** 1055–1061 (2004).
2. Morwood, M. J. *et al. Nature* **431,** 1087–1091 (2004).
3. Falk, D. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 2513–2518 (2007).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إعادة تشغيل المصادِم الكبيـر

بينما يتأهب مصادم الهادرونات الكبير (LHC) للعودة إلى الحياة، بعد توقُّف دام عامين، يُعِدُّ الفيزيائيون العدة لتجاوز النموذج المعياري لفيزياء الجسيمات.

ماثيو تشالمرز

تناول مايك لامونت آخر قطعة «كرواسون» من الطاولة، ومشى بأكلها عبر مركز التحكم في «سيرن» CERN، المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات خارج جنيف، سويسرا. الوقت منتصف الصباح، وغرفة التحكم الزرقاء الشاسعة ممتلئة بالفيزيائيين، وهم يحدِّقون في شاشات الحواسيب. يشرح لامونت ـ مدير عمليات قسم الأشعة بمختبر «سيرن» ـ أنهم يُجْرُون اختبارات للتأكد من أن انقطاعًا غير متوقع لعمل الحواسيب لن يؤثر على شبكة الإلكترونيات، والأنابيب الفراغية، والمغناطيسات فائقة التوصيل التي تشكل مصادم الهادرونات الكبير (LHC) بمختبر «سيرن»، أقوى مُعجِّل جسيمات في العالم.

هذا هو أحد الفحوص العديدة التي تساعد لامونت وزملاءه على النوم بشكل أفضل ليلًا. إنهم على وشك الانتهاء من عملية تجديد رئيسة جارية منذ مارس 2013. لقد بدأوا بالفعل تبريد نفق المُعجِّل الدائري، البالغ طوله 27 كيلومترًا، ذي المغناطيسات فائقة التوصيل، استعدادًا لاستئناف نشاطه في العام القادم. وعندما يعود مصادم الهادرونات الكبير مرة أخرى إلى الحياة، ناشرًا شعاعيه التوأمين من البروتونات في اتجاهين متعاكسين حول النفق الدائري، سيبذل لامونت وزملاؤه غاية الجهد؛ للوصول إلى أقرب مستوى ممكن من طاقة تصميم المصادم القصوى البالغة 7 تريليونات إلكترون فولت (TeV) لكل شعاع بروتون، أي حوالي ضعف مستوى الطاقة الذي تمكَّن المصادم من الوصول إليه حتى الآن. ستبلغ طاقة كل شعاع مستوى طاقة قطار سريع لنقل البضائع. يعلم لامونت جيدًا ما يمكن أن يحدث إذا ساءت الأمور. كان هنا في سبتمبر 2008، عندما حاول الفريق آنذاك تكثيف طاقة المصادم البالغة كلفته 5 مليارات دولار نحو هذا المستوى من الطاقة، وانتهى الأمر بماس كهربي عطَّل المصادم عن العمل أكثر من سنة، وتكلف إصلاحه عشرات الملايين من الدولارات.

يقول لامونت: «لقد تعلمنا الكثير عن الجهاز منذ ذلك الحين». تمكَّن الباحثون من تدارك الأمر؛ وشغَّلوه مرة أخرى بحلول نهاية 2009، رغم أنهم شغلوه عند نصف طاقة تصميمه؛ لتجنب إغلاق آخر. كان ذلك كافيًا لتصادم شعاعين، وصولًا إلى دليل حاسم على وجود جسيم بوزون الذي تنبأ به هيجز وطال انتظاره (آخر تنبؤ نظري غير مؤكد لنموذج فيزياء الجسيمات المعياري البالغ عمره 40 عامًا، يصف سلوك كافة الجسيمات والقوى المعروفة، باستثناء الجاذبية).

ورغم كل الإشادة التي استقبل بها الإعلان عن إثبات جسيم هيجز في يوليو 2012 – ومَنْح جائزة نوبل لأول مَن تنبّأ بوجوده – يأمل الفيزيائيون تعلّم ما هو أكثر من ذلك من تشغيل المصادم في المرة القادمة. هل جسيم هيجز المكتشف حديثًا هو الجسيم الوحيد من نوعه، كما يتنبأ النموذج المعياري، أم أنه مجرد أخف عضو في عائلة بأسرها؟ إذا كان هناك المزيد من جسيمات هيجز، فقد تظهر في تصادمات ذات طاقات أعلى، أو ربما تنتج طاقات التصادم العالية جسيمات أخرى غريبة جديدة، لا مكان لها في النموذج المعياري.

توقَّع الفيزيائيون مثل هذه الجسيمات منذ عقود. والتناظر الفائق ـ وهو امتداد للنموذج المعياري الذي اقتُرِح لأول مرة في أوائل السبعينات الماضية ـ يذهب إلى أنه لكل جسيم نظير أثقل منه أو «سبارتكل» sparticle، أي «الجسيم الفائق»، وأن الاثنين يختلفان بطرق يمكن التنبؤ بها. قد يُظهِر واحد أو أكثر من هذه الجسيمات الفائقة أنه من مكونات المادة المظلمة – وهو ضباب غير مرئي، وضخم بما يكفي للسيطرة على حركة المجرات، لكنه غير معدود في النموذج المعياري. إنّ العثور على هذه الجسيمات الفائقة، بافتراض أنها ليست أثقل من أن تنتج عند مستويات الطاقة مصادم الهادرونات الكبير، سيكون بالتالي هدفًا رئيسًا لتجديد هذه الآلة الهائلة. بل وربما تُخرِج لنا نتائج أكثر غرابة، مثل الدليل على أبعاد المكان المجاوزة للثلاثة المألوفة، لكن ينبغي أولًا للامونت وفريقه تشغيل مصادم الهادرونات الكبير بكامل طاقته.

نَقْر، وأصوات خافتة

بعد الانتقال إلى مسافة قصيرة بالسيارة من مركز التحكم، ارتدى لامونت خوذة، وأحذية مغطاة بالصلب، ومعدات تنفس لحالات الطوارئ، ثم خطا إلى مصعد لرحلة تحت الأرض تبعد 100 متر. تفتح أبواب المصعد على ممر الخدمة. من هناك، مشية على الأقدام لمسافة قصيرة تؤدي إلى نفق مصادم الهادرونات الكبير، حيث تنتظم سلسلة أسطوانية زرقاء ساطعة من مغناطيسات تنحني بلطف مع امتداد المسافة.

وحتى بعد 25 عامًا من العمل في «سيرن»، يقول لامونت إنه لا يزال يشعر برهبة من قوة وتعقيد الجهاز. يبدو كما لو كان على بُعد سنوات ضوئية من الهدوء الذهني بغرفة التحكم. في الأسفل هنا، المصادم له طنين ونقر وأصوات خافتة، وتفوح من نفقه روائح المعدن والغبار والدوائر الكهربية الساخنة. تمسك بالمغناطيسات ـ البالغ طول أحدها 15 مترًا، ووزنها 35 طنًّا ـ أعلى الأرضية الخرسانية رافعات عملاقة متينة، ومعبأة بشبكة أسلاك وأعمال سباكة (تمديدات) معقدة تغلف أنابيب شعاع البروتونات محكمة الإغلاق وتمر عبر مراكز المغناطيسات. ولتفادي ماس كهربي آخر، تم تزويد المصادم بأجهزة استشعار وآلاف الكيلومترات من الكابلات لاكتشاف أدنى مؤشر على زيادة الجهد الكهربي. بشكل حاسم، تم استبدال أو تعزيز 10 آلاف وصلة فائقة التوصيل تربط المغناطيسات. وهي مهمة تطلَّبت حوالي 250 شخصًا لأكثر من سنة؛ لاستكمالها.

منذ يونيو الماضي، شرع الفريق بتبريد المغناطيسات؛ وصولًا إلى درجة حرارة تشغيلها البالغة 1.9 كلفن، حيث تصبح الكابلات حاملة التيار المولدة للمجالات المغناطيسية فائقة التوصيل. وللحفاظ على سلاسة وانقياد هذه العملية، تم تقسيم النفق الدائري للمصادم إلى ثمانية أقسام، يمكن تبريد كل منها بشكل مستقل. وبمجرد تبريد المغناطيسات، الذي يستغرق شهرين لكل قسم، سيجري الفريق اختبارات كهربية؛ للتأكد من إمكانية تشغيلها عند طاقة عالية. يعلم لامونت مسبقًا أن الأمور لن تسير بسلاسة. فهناك مجموعة مغناطيسات تؤدي عملها بشكل تام في الاختبارات فوق سطح الأرض، لكن ـ لسبب ما ـ «تخمد»، أو تفقد قدرتها التوصيلية الفائقة عند بلوغها مجالات مغناطيسية تكافئ طاقات شعاع (بروتوني) بمستوى 6.5 إلكترون فولت تقريبًا. يقول لامونت إن هذه ليست كارثة.. فإصلاح المغناطيسات هو مجرد مسألة تدوير كل واحد منها خلال عدة تبريدات، حتى يستقر ويعمل بشكل صحيح. لكنه يستغرق وقتًا طويلًا «وهناك المئات من المُلِحِّين المزعجين!».

في نهاية المطاف، على أي حال، يمكن نَظْم شعاع البروتون مرة أخرى، عبر مصادم الهادرونات الكبير، وهو مرحلة مقرَّر إجراؤها في مارس 2015. وبعد أسابيع قليلة أخرى من التجارب والاختبارات، يبدأ الفيزيائيون توجيه الشعاعين إلى التصادم، والتأكد من أن بدء الكاشفات بجمع البيانات مسألة آمنة.



ILLUSTRATION BY ANDY POTTS

هناك رائحة خافتة لاحتراق في النفق. يشرح لامونت أنه يتم تسخين أنبوبة فراغية لإبعاد الجزيئات الشاردة. يمضي لامونت متجاوزًا المغناطيسات إلى نقطة حيث يغوص خط الشعاع العاري عبر جدار ضخم من النحاس والصلب. على الجانب الآخر، يقع «أطلس» ATLAS، أحد أربعة كاشفات رئيسة عن الجسيمات في مصادم الهادرونات الكبير (انظر: «الحلقة المُجدّدة»). وقريبًا، سيتم إطلاق حزم من البروتونات عالية الطاقة بعد هذه النقطة إلى «أطلس»، حيث إنها ستصطدم ببروتونات بالمستوى نفسه من الطاقة، تدور في الاتجاه المضاد وترسل حطام الاصطدام متدفقًا إلى الخارج عبر الكاشفات. يقول لامونت: «أفكر: يا إلهي، أيتيحون لنا توجيه شعاع من هنا؟ ما زلت لا أستطيع تصديق أنني أتلقَّى مالًا مقابل العبث بهذا الشيء».

تحديث المنظومة

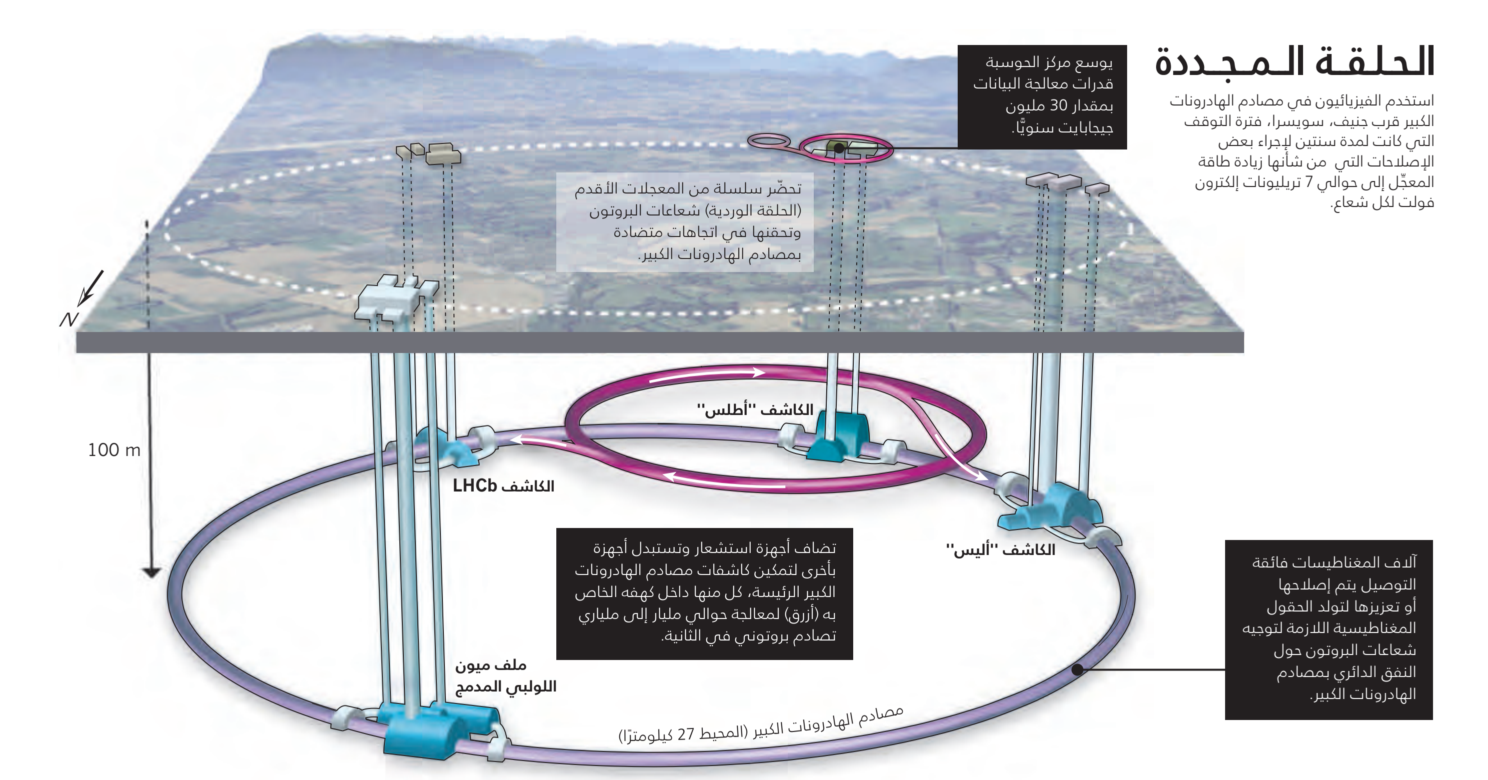
على بعد حوالي 8.5 كيلومترات من «أطلس»، على الجانب الآخر من نفق المصادم الدائري، يحدق تيزيانو كمبوريسي في كاشف الجسيمات الهائل المسمى «ملف ميون اللولبي المدمج» (CMS) الذي يزن 12500 طن، مندهشًا من جرأة الفيزيائيين الذين صمموه منذ 30 عامًا. يقول كمبوريسي «لا بد أنهم كانوا مجانين». هذه الآلة المكونة من أسطوانة ضخمة بطبقات متحدة المركز من حساسات سيليكون للجسيمات، ومغناطيسات فائقة التوصيل، ومشابك حديد ضخمة؛ لاحتواء المجال المغناطيسي، أعلن كثير من الناس أنها أعقد مِن أنْ تعمل بنجاح، لكنها عملت بنجاح، كما يقول كمبوريسي، بل «أفضل بكثير مما كنا نتوقع». كان «أطلس» و«ملف ميون اللولبي المدمج» الكاشفين اللذين تعرّفا على جسيم بوزون هيجز في عام 2012.

«أفكر: يا إلهي، أَيُتيحُون لنا توجيه شعاع من هنا؟ ما زلت لا أستطيع تصديق أنني أتلقى مالًا مقابل العبث بهذا الشيء».

ينسق الآن كمبوريسي ـ الذي انتُخب متحدثًا باسم فريق مشروع «ملف ميون اللولبي المدمج» التعاوني الدولي، البالغ عدد أفراده 3800 شخص منذ أشهر ـ أنشطة تجربة العام القادم عالية الطاقة. ويُجرِي أعضاء فريقه ـ كأولئك العاملين بكافة التجارب الرئيسة لمصادم الهادرونات الكبير (تشمل أيضًا الكاشفين «أليس» ALICE، وLHCb الأكثر تخصصًا، ويقعان بأماكن أخرى حول النفق الدائري) ـ بعض الإصلاحات والتحسينات التي تشتد الحاجة إليها خلال فترة التوقف. كان لديهم نبأ سار، يشير إلى أن متتبعات الاستشعار السيليكونية الحساسة في المنطقة الوسطى من الكاشف، حيث تتقاطع الحزم وتنفجر الجسيمات التي نشأت حديثًا من نقطة الاصطدام إلى الخارج، نجت حتى الآن، دون أضرار من الإشعاع، لكن الفيزيائيين بـ«ملف ميون اللولبي المدمج» استبدلوا أنابيب جديدة بأنابيب مضخمات ضوء معيبة تعطي نتائج خاطئة، مما يظهر أن جسيمًا جديدًا مثيرًا قد نتج، وهو ما لم يحدث.

وكمبوريسي فخور بشكل خاص بأربع حجرات على شكل أقراص تضاف لنهايات «ملف ميون اللولبي المدمج» لتحسين قدرته على الإحساس بجسيمات تسمى «الميونات». هذه التحسينات، بدورها، ستعزز «زناد» الكاشف.. وهو مزيج من إلكترونيات وبرمجيات، من شأنها رصد الجسيمات المتدفقة خلال الكاشف من التصادمات، والبحث عن أنماط تشير إلى حدث يستحق مزيدًا من الدراسة. يقول كمبوريسي إن الفيزيائيين قد استخدموا هذه «الزنادات»، لكن تجربة مصادم الهادرونات الكبرى القادمة لن تعزز فقط طاقة كل شعاع، بل أيضًا ستزيد عدد البروتونات التي يحملها. وستكون النتيجة بين مليار ومليارَي تصادم كل ثانية لدى «ملف الميونات اللولبي المدمج». والجسيمات الناجمة عن تصادم واحد ستظل تشق طريقها للخروج من الكاشف، بينما يحدث خلفها نحو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



50 تصادمًا جديدًا. من كل تلك الأحداث، يجب على «الزناد» أن يقرر أيّ الجسيمات سيخزِّن لمزيد من التحليل. والهدف هو خفض معدل الأحداث المسجلة النهائية لعدة مئات في الثانية الواحدة. يقول كمبوريسي: «إن ذلك يشغل الكثير من وقتنا من الآن».

تحديات طوفان البيانات

بمجرد إعادة تشغيل مصادم الهادرونات الكبير بعد تجديده، تتدفق الإشارات الإلكترونية الخام من كاشف «ملف ميون اللولبي المدمج»، وكاشفات أخرى، تتدفق إلى مقر مختبر «سيرن» الرئيس عبر ألياف ضوئية تصل مباشرة إلى مركز الحوسبة بالمختبر – وهو حجرة خانقة بلا نوافذ، تحمل رفوفها صفًّا تلو آخر نحو 100 ألف معالج حاسوبي، وهناك مراوح تبريد تعمل بشكل صاخب؛ للسيطرة على الحرارة.

ستحلل المعالِجات البيانات الواردة باستخدام لوغاريتمات تحدد هوية وطاقة واتجاه كل جسيم ناشئ عن كل تصادم. وبعد ذلك.. يتم تخزين النتائج على شريط مغناطيسي – وسط قديم الطراز، له ميزة كونه أرخص تكلفة، وأطول عمرًا من التخزين الرقمي، لكن مجرد تخزين المعلومات في «سيرن» لن يشبع شهية الباحثين، التي لا تشبع من المعلومات. يقضي علماء فيزياء الجسيمات حاليًّا معظم وقتهم في كتابة آلاف السطور من شفرات البرمجيات الحاسوبية المصمَّمة للبحث عن ملايين التصادمات؛ للعثور على إشارات غير عادية. ولتوصيل البيانات إلى هؤلاء الباحثين، أقام مختبر «سيرن» شبكة حوسبة عالمية (WWG)، حيث يرسل مركز الحوسبة نُسَخًا من البيانات إلى 13 مركز حوسبة من «الطبقة 1» بمختلف أنحاء العالم. وبدورها، ترتبط هذه المراكز بأكثر من 150 مجموعة حوسبة أصغر تُسمى عناقيد «الطبقة 2»، معظمها بالجامعات.

ومِن حُسن طالع المستخدمين النهائيين أنهم لا يحتاجون إلى معرفة أي شيء عن هذا. وعلى الفيزيائي أن يقدِّم فقط برنامجًا إلى الشبكة، ويحدِّد أي أحداث تصادم ينبغي بحثها، ثم تحول برمجيات شبكة الحوسبة العمل تلقائيًّا إلى مركز حوسبة لديه ما يكفي من قوة المعالجة الحاسوبية وسعة كافية للتشغيل، ثم تعيد النتائج للفيزيائي (انظر: *Nature* **469**, 282–283; 2011). في هذا اليوم بالذات بمركز حوسبة «سيرن»، أظهرت شاشة حاسوبية شغالة أن هناك 10,500 برنامج حاسوبي قيد التشغيل في هذا المرفق وحده، أي ما يمثل 6% فقط من موارد الشبكة. يقول جيرمي كولز، الفيزيائي بجامعة كامبردج ببريطانيا ومنسق الشبكة هناك: لولا شبكة (سيرن) الحاسوبية هذه، لربما كان زملاؤه لا يزالون يبحثون عن بوزون هيجز.

يقول كولز إن التحدي المستقبلي هو التعامل مع معدلات أحداث التصادمات القادمة ذات الأرقام الفلكية. وأثناء أول تشغيل للمصادم، ورغم التشذيب المفرط للبيانات بواسطة «زنادات» الكاشفات، تظل البيانات تتراكم بمعدل 15 بيتابايت (15 ألف تريليون بايت) سنويًّا، أي ما يتجاوز جميع الفيديوهات التي يتم تحميلها على يوتيوب سنويًّا. وعند استئناف تشغيل المصادم مرة أخرى في العام المقبل، سوف تؤدي مضاعفة معدلات التصادم لما يصل إلى حوالي 30 بيتابايت سنويًّا (في المتوسط حوالي جيجابايت واحدة في الثانية الواحدة).

إنّ كولز واثق من قدرة الشبكة على مواجهة هذه الزيادة، على الأقل بسبب تطورات تقنية أتاحت تكاملًا أوثق بكثير بين مراكز الحوسبة، إذ يقول: «لقد حقق التشبيك الحاسوبي تقدمًا بسرعة كبيرة في السنوات العشر الماضية، وبأكثر مما كنا نعتقد». فمثلًا، في العام الماضي فقط، وسَّع «سيرن» قدرة مراكز البيانات، التي هي في حدود المساحة وقوة المعالجة الحاسوبية المتاحة، من خلال ربطها بمنشأة في بودابست عبر اثنين من الألياف التي تنقل البيانات بسرعة 100 جيجابايت في الثانية الواحدة. من وجهة نظر العمليات، يقول كولز: «تبدو تلك الأجهزة كما لو كانت بغرفة مجاورة»، بيد أن طوفان البيانات لم يتوقف هناك. ستسفر الترقيات والتحسينات المخططة لمصادم الهادرونات الكبير عن بيانات هائلة تصل إلى 110 بيتابايت سنويًّا في العقد القادم، وبنهاية المطاف، ستصل إلى 400 بيتابايت سنويًّا. يقول كولز «لا توجد طريقة لدينا حاليًّا للتعامل مع هذه المشكلة». هذا.. ويفاقم ركود سرعات الرقائق الحاسوبية المشكلة. وأفضل الرقائق الحاسوبية المتاحة الآن تجاريًّا غالبًا ما يحتوي على معالِجين، أو أربعة أو ثمانية، لتعزيز القدرة على المعالجة الحاسوبية. يُرَجَّح أن يكون في رقائق الحاسوب المستقبلية معالِجات أكثر، لكن الشفرات البرمجية التي تشغل المصادم كُتبت بحيث ينفذها معالج حاسوبي واحد كل مرة، كما يقول كولز. والتوصل إلى طرق لإجراء تحليل بيانات على معالجات عدة بالتوازي يعني إعادة كتابة 15 مليون سطر من كود كتبه آلاف الأشخاص على مدى سنوات عديدة.

وعندما احتاج الفيزيائيون في «سيرن» طريقة أفضل لمشاركة المعلومات في أواخر الثمانينات، كانت النتيجة شبكة «الإنترنت» العنكبوتية العالمية (WWW). وعندما احتاجوا إلى طريقة أفضل للوصول إلى الموارد الحاسوبية في التسعينات، اخترعوا أكبر شبكة إلكترونية في العالم. يبدو علماء مصادم الهادرونات واثقين مِن أنهم سيبتكرون طريقة للتغلب على هذه المشكلة أيضًا.

يبدو أن لامونت هو الآخر يشعر بالثقة حين يتحدث عن «المصادم الكبير المقبل» لفيزياء الجسيمات. ورغم أن «سيرن» احتفل للتو بالذكرى الستين لتأسيسه، ولا تزال أمام «مصادم الهادرونات الكبير» 20 عامًا أخرى من تجارب تصادم البروتونات، يدرس مختبر «سيرن» جدوى إنشاء مصادم يبلغ محيط نفقه 80-100 كيلومتر للغوص بشكل أعمق في بنية المادة (انظر: *Nature* **503**, 177; 2013). يقول لامونت إنه سيكون محظوظًا لرؤية مثل هذا الجهاز الهائل يُبْنَى في حياته، لكنه يشير إلى أن «مصادم الهادرونات الكبير»، الذي أصبح على الإنترنت لأول مرة عام 2008، قد رُسمت ملامحه أول مرة في عام 1984. يقول لامونت: «علينا أن نبدأ في التفكير في الجهاز القادم من الآن». ■

ماثيو تشالمرز كاتب حر من بريستول، المملكة المتحدة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الحرم الجامعي كمختبَر

طرق مبتكرة للتدريس والتعلم وإجراء البحوث تساعد الجامعات حول العالم للتكيُّف مع العالَم الحديث.

الجامعات الحديثة وريثة تقليد علمي معرفي عمره ألف سنة، لكن تتقاذفها أيضًا اضطرابات القرن الواحد والعشرين بمجالات التقنية والاقتصاد والاجتماع. من خلال المحاولة والخطأ والتجربة. وتحاول الجامعات الآن إيجاد طرق جديدة في التفكير والعمل، من شأنها المساعدة في تحقيق الازدهار.

ألمانيا: الجامعة المُبتكِرة

بقلم: أليسون أبوت

عندما بدأ الكيميائي فولفجانج هِرمان فترته الأولى رئيسًا لجامعة ميونيخ التقنية (TUM) في عام 1995، كان مصممًا على تحدِّي الوضع الأكاديمي القائم، الذي ساد لأكثر من عقدين من الزمن.

استجابت ألمانيا للاضطرابات الاجتماعية في عقد الستينات بإعلان أن جميع



ILLUSTRATIONS BY ELIOT WYATT

الجامعات متكافئة، واتخاذ خطوات لمنع نشوء نخبة جامعات متميزة، وهو توجه يميل إلى تقويض أي روح تنافسية بين أعضاء هيئات التدريس. ضمنت القواعد الجديدة أيضًا آنذاك مكانًا لأي طالب يحمل شهادة تخرُّج من المدرسة ـ مما يعني أن الجامعات لا رأي لها في مَن يتلقى حلقاتها الدراسية ـ وأبقت أعضاء هيئة التدريس ملزمين بقوانين الخدمة المدنية البيروقراطية. وكانت النتيجة ثقافة برج عاجي ينظر نحو الداخل، وراكد فكريًّا وماليًّا.

كانت رؤية هِرمان هي تحويل جامعة ميونيخ التقنية إلى «جامعة ريادة أعمال» أكثر رشاقة وتنافسية دوليًّا، ومن شأنها تشجيع الابتكار والمخاطرة ومبادرات الأعمال بين الطلاب وأعضاء هيئة التدريس على حد سواء. ولتحقيق ذلك.. أعاد هِرمان هيكلة الجامعة على غرار الجامعات الأمريكية الناجحة، مثل معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) بكمبريدج. في عام 1999، أجرى هِرمان أحد إصلاحاته الأولى – والرائدة بألمانيا – فأسس مجلس أمناء، حلَّ محل السيطرة المباشرة لوزارة تعليم مقاطعة بافاريا على الجامعة؛ مما أتاح صنع القرار بشكل أسرع كثيرًا. منذ ذلك الحين، استخدم تلك الحرية لإنشاء بعض أولى كليات الدراسات العليا الألمانية: مؤسسات تعليمية تلزم المرشَّحين لنيل الدكتوراة بمعايير صارمة وعامة لمنهج مساقات محددة، بدلًا من تركها لتقلبات المشرفين الفردية. أنشأ هِرمان أيضًا مؤسسة لجمع الأموال؛ لإتاحة تمويل مرن ومستقل لبعض مشروعات الجامعة؛ وأسس معهد الدراسات المتقدمة؛ وأطلق نظام التعيين مدى الحياة، الذي يلزِم الجامعة بتشجيع الأكاديميين الذين يحققون التميز المطلوب، وتوظيفهم بشكل دائم، وعزل مَنْ لا يفعلون ذلك. والنظام الأخير هو مفهوم شائع بالولايات المتحدة، لكنه مفهوم ثوري بألمانيا.



في البداية، لم تُستقبل التغيرات بشكل جيد لدى بعض أعضاء هيئة التدريس، الذين لم يرتاحوا للتركيز المتصوَّر على الأبحاث التطبيقية والمردود التجاري على حساب البحوث الأساسية. لكن الاستياء تلاشى عندما حلَّق إنتاج الجامعة الأكاديمي عاليًا من 2,276 بحثًا منشورًا في عام 2002 إلى 5,827 بحثًا في عام 2013. وتمويل الجامعة من الوكالات الحكومية والصناعة – نحو 300 مليون يورو (380 مليون دولار) هذا العام – هو من بين أعلى مستويات التمويل الجامعي بألمانيا.

في عام 2012، أعيد انتخاب هِرمان لمنصبه لرابع فترة على التوالي، كل منها 6 سنوات، بواسطة مجلس جامعي يضم ممثلين عن هيئة التدريس والطلاب والموظفين غير الأكاديميين والمجتمع المحيط، وأعلن هِرمان أن هذه الفترة ستكون الأخيرة، لكن سيرته المهنية الطويلة بشكل غير عادي كرئيس جامعة، التي ستبلغ 24 عامًا عندما يغادر مكتبه في 2019، قد أعطته الوقت والنفوذ للضغط على الحكومة البافارية الإقليمية لإرخاء قيودها على الجامعة واحدًا تلو الآخر. قال شبه مازح: «الآن، وأنا أعرف تقريبًا الجميع في السياسة والحكومة، فإنهم يخشون أحيانًا أن يقولوا «لا» لي، لأنهم يعرفون أن الآخرين سيسألونهم لماذا هم غير متعاونين».

عندما أدخلت الحكومة الاتحادية مبادرات التميز ـ وهي مسابقات في عامي 2006 و2012 مصمَّمة لتشجيع الجامعات على خفض قيودها، واكتساب وضْع النخبة (انظر: *Nature* **487**, 519–521; 2012) ـ أعطت الجامعات الألمانية الأخرى حافزًا لإجراء إصلاحات، لكن تلك التغييرات لم تأخذ مجراها بأي مكان بالسرعة التي حدثت بجامعة ميونيخ التقنية، التي فازت في كل المسابقات. وقد وافقت بافاريا على دفع ربع تكاليف تشغيل مشروعات مبادرة التميز بجامعة ميونيخ التقنية عندما تنفد الأموال الاتحادية في 2017.

يقول هيرمان: «لقد تأصلت هذه الثقافة الجديدة الآن، وسيواصل الجيل القادم من القادة هذا المنوال».

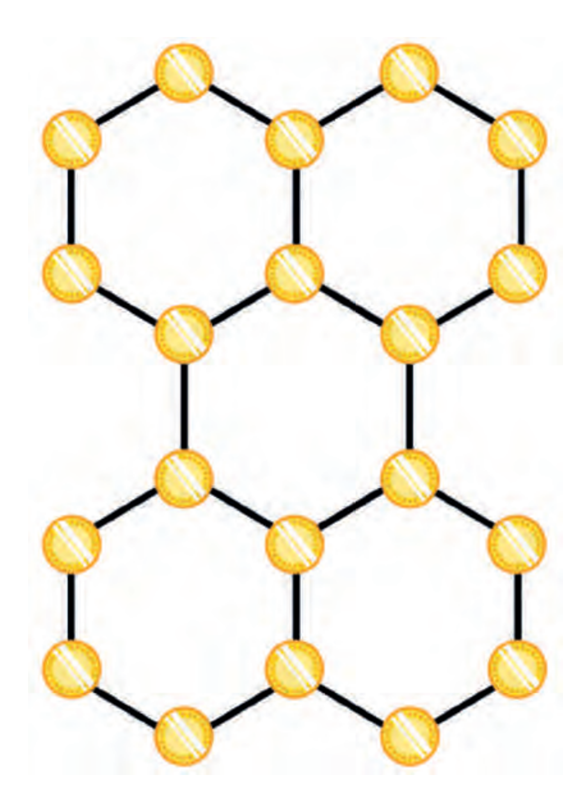
كوريا الجنوبية: الجامعة المقلوبة

بقلم: مارك زاسترو

إنّ تاي-إيوج لي له فلسفة بسيطة بشأن ما يجب أن يقوم به الأكاديميون في المحاضرات، تتمثل في أنهم يستطيعون القيام بأي شيء، عدا أن يحاضِروا. يقول تاي-إيوج: «عادة، في الفصول الدراسية التقليدية، تجد الطلاب لا يفكرون. إنهم يتبعون فقط تدريس الأستاذ». ولذلك.. في جامعة «معهد كوريا المتقدم للعلوم والتقنية» ـ ويُعرف اختصارًا بـ«كايست» KAIST ـ في دَيجون، بكوريا الجنوبية، حيث يرأس مركز التميز في التعليم والتعلم، يعمل لي على تنفيذ مفهوم «الفصل الدراسي المقلوب»، فبدلًا من الجلوس في محاضرات أحادية الاتجاه لا تنتهي، يشاهد الطلاب الدروس عبر الإنترنت في المنزل، ثم يأتون إلى الفصول الدراسية لمناقشة الأفكار، والعمل على حل المشكلات في مجموعات صغيرة. المعيدون والمُحاضِر هناك للإشراف، لكن معظم التعلم يحدث فيما بين الطلاب أنفسهم. يسمِّي لي هذا: الجيل الثالث من التعليم (Education 3.0)، ويراه طريقًا لإثارة الإبداع والعمل الجماعي، والاستعداد لطرح الأسئلة، وكلها تقمعها طبيعة المحاضرات، وكذلك مجتمع كوريا الجنوبية الهرمي التراتبي، حسب رأي كثيرين.

ليست «كايست» أول جامعة تجرب هذا المفهوم، لكن دعم إدارتها القوي لتطبيق المفهوم جعلها رائدة في «حركة الفصل الدراسي المقلوب» في عامين فقط. من 3 فصول تجريبية في ربيع 2012، نمت الجهود لحوالي 60 فصلًا هذا الخريف (2014). وعلى مدى السنوات الثلاث المقبلة، يأمل لي في زيادة ذلك إلى 800 فصل دراسي، أي 30% من إجمالي فصول «كايست». أُعجِب المراقبون في مؤسسات وأماكن أخرى بضخامة جهود «كايست». يقول سانجاي صارما، مدير التعليم الرقمي بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا: «إنهم يغيرون ثقافة (التعليم) على نطاق واسع».

هذا هو نمط التحول الثقافي الذي ظلت «كايست» تسعى إليه منذ أوائل العقد



«تريد مؤسسات التعليم العالي أن ترى: كيف يمكنك القيام بهذا، وكيف تنهض بسرعة»

الماضي، عندما بدأت الحكومة الكورية إصلاح الجامعات للمنافسة في كوكب معولم. أقلعت جهود الإصلاح ابتداء من 2006، مع اختيار نام بيو سوه ـ مهندس ميكانيكي أمريكي كوري بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ـ رئيسًا للجامعة. اجتذبت مثل هذه المبادرة المتقنة والمستدامة ـ التي جلبت موجة من أموال الحكومة ـ تبرعات خاصة أيضًا. وأتاح هذا للجامعة المضي في فورة توظيف؛ فجنَّدت الكثير من أعضاء هيئة التدريس الشباب، الذين جلبوا بدورهم المنح البحثية. صعد ترتيب «كايست» عاليًا لدى تصنيفها بواسطة «التايمز للتعليم العالي» بين جامعات العالم، من ترتيب 198 في بداية فترة نام بيو سوه إلى ترتيب 69 بعد ثلاث سنوات.

وسرعان ما بدأت احتجاجات أعضاء هيئة التدريس ضد رئيس الجامعة، رافضين تقييماته الصارمة للأداء، وإصراره على التدريس بالإنجليزية، بدلًا من الكورية. وفي أوائل 2011، انتحر أربعة طلاب خلال ثلاثة أشهر؛ مما أصاب المؤسسة في الصميم. وضعت هذه المآسي إصلاحات سوه الأخرى قيد التدقيق. وفي محاولة لزيادة المعايير والأموال، بدأ سوه يفرض أول رسوم دراسية في الجامعة، لكن فقط على الطلاب الذين حققوا درجات ضعيفة. أما الذين أفلحوا أكاديميًّا، فاستمروا لا يدفعون شيئًا.

يقول الطلاب إن وصمة العار الاجتماعي المصاحبة لسداد الرسوم بواسطة أصحاب الدرجات المنخفضة ضَخّمت البيئة التنافسية المفرطة بالفعل في «كايست»، ومجتمع كوريا الجنوبية ككل، الذي يشهد أعلى معدلات الانتحار في العالم المتقدم. ولَدَى مواجهته دعوات للاستقالة، اعتذر سوه، وألغى الرسوم الدراسية، وأعاد التدريس باللغة الكورية. كما عجَّل سوه بإطلاق برنامج التعليم 3.0، «جزئيًّا، لأنني لم أكن أدري كم من الوقت سأكون هناك»، كما يقول. و(أخيرًا اضطر للاستقالة في فبراير 2013).

ازدهر نهج التعليم 3.0 الذي قَلَبَ الفصل الدراسي رأسًا على عقب. يُقدَّر أن نحو 30% من جسم «كايست» الطلابي البالغ 10 آلاف طالب تلقوا كورسات، حسب نهج تعليم 3.0 حتى الآن، وجاءت درجاتهم في الامتحانات لا تقل جودة عن أمثالهم في الفصول الدراسية التقليدية، لكن الأكثر أهمية بالنسبة إلى لي، هي الفوائد غير الملموسة. فمثلًا، 71% من طلاب نهج التعليم 3.0 أبلغوا عن تحسُّن في فهم المواد، وزيادة الحافز، وتركيز أفضل، لكن أقليّة كبيرة تظل غير مقتنعة. فـ«العرض والمناقشة (بهذه الطريقة) ليسا مألوفين لدى الطلاب الكوريين»، حسب قول سيونج كيون كانج، وهو طالب دراسات عليا في الهندسة النووية والكمية. «لست متأكدًا أنه أفضل من نهج الفصول الأصلية».

وشرعت الجامعات الأخرى تحذو حذو «كايست». فجامعة سيول الوطنية، إحدى أكثر مؤسسات التعليم العالي والبحث المرموقة بكوريا الجنوبية، أدخلت أول فصول مقلوبة هذا العام.

وتراقب الجامعات بمختلف أنحاء آسيا «كايست»، كما يقول جيرارد بوستيليوني، الذي يَدرُس تطور التعليم العالي الآسيوي بجامعة هونج كونج في الصين. ووفقًا لتصنيف الجامعات السنوي الذي تنشره مؤسسة كواكارلي سيموندز (QS) البريطانية، تُعتبر «كايست» الآن ثاني أفضل جامعة في آسيا. يقول بوستيليوني إن المؤسسات «تريد أن ترى كيف يمكنك القيام بهذا، وكيف تنهض بسرعة».

بريطانيا: الجامعة الاجتماعية

بقلم: إليزابيث جيبني

في عام 2011، أصدرت بضع جامعات أمريكية مرموقة الموجة الأولى من «حلقات الإنترنت الدراسية المفتوحة المكثفة» MOOC: هذه الحلقات الدراسية هي محاضرات مسجلة، يمكن توصيلها عبر شبكة الإنترنت لعشرات أو مئات الآلاف من الطلاب بكافة أنحاء العالم مجانًا. سارعت مؤسسات التعليم الأخرى لتحذو حذوها، وانشغلت وسائل الإعلام بكيفية أنّ إطلاق حلقات الإنترنت الدراسية هذه يُعتبر تحولًا كليًّا للتعليم العالي.

تلقَّى مايك شاربلز مثل هذا الخطاب بتحفظ، لكنه يعمل في الجامعة المفتوحة في ميلتون كينز البريطانية، التي تقدِّم دورات للطلاب بجميع أنحاء العالم بواسطة البريد والتليفزيون والحاسوب منذ نحو 40 عامًا، والجامعة مصمِّمة على أن لا يتفوق عليها أحد. وبحلول 2012، انضم شاربلز ـ رئيس تقنيات التعليم في الجامعة ـ إلى فريق من مواطنيه الأكاديميين البريطانيين؛ لصياغة الجيل المقبل من «حلقات الإنترنت الدراسية المفتوحة المكثفة»، مستلهمين أعمال الراحل جوردون باسك (عالم نفْس تربوي بريطاني، يرى أن الطلاب يكوِّنون معارفهم عبر التفاعلات المتبادلة). تضع حلقات الإنترنت الدراسية الجديدة المشاركة الاجتماعية في مركز التعلم، وتشجع المحادثات بشدة، كما في ألعاب الإنترنت. يقول شاربلز: «لم يخل الأمر من مقامرة. لاحقًا بدا واضحًا أن الناس يريدون التحدث عن تعلمهم، لكن ذلك لم يكن واضحًا قبل عام».

تم تطوير أول 36 حلقة من حلقات الإنترنت الدراسية الجديدة في العام الماضي بواسطة مختلف المؤسسات الشريكة وأُتيحت عبر «فيوتشرلرن» FutureLearn، وهي شركة تابعة، مملوكة بالكامل للجامعة المفتوحة. اتسع فهرس هذه الحلقات الدراسية كثيرًا منذ ذلك الحين، ويتراوح الآن من مقدمة في علوم الطب الشرعي إلى إنجلترا في عهد الملك ريتشارد الثالث. تتيح حلقات الإنترنت الدراسية هذه نقاشات حول كل قطعة من المحتوى، مما يسمح للمستخدمين «بالإعجاب» بتعليقات أو متابعة تلك التعليقات التي نُشرت بواسطة زملاء معينين، كما في أي شبكة اجتماعية قياسية، بل حتى إتاحة تقييم الطلاب لأعمال بعضهم. صُممت برمجيات «فيوتشرلرن» للعمل على الأقراص الرقمية والهواتف النقالة والحواسيب المكتبية أو المحمولة. وغالبًا ما تشمل هذه الكورسات عناصر قصصية قوية – المثال الأبرز على ذلك بالطبع: حلقة علوم الطب الشرعي الدراسية، التي تم تطويرها بواسطة جامعة ستراتكلايد في جلاسجو، المملكة المتحدة، حيث يقود الطلاب عبر موادّه باستخدام «مؤامرة» تفضي إلى مشهد جريمة.

ولَدَى شركة «فيوتشرلرن» الآن 40 شريكًا، 10 منهم خارج بريطانيا. وتُظهِر البيانات المتاحة عن حلقاتها الدراسية المبكرة أن نحو 22% من الطلاب الذين بدأوا إحدى حلقات «فيوتشرلرن» الدراسية أتموا معظم الخطوات وجميع التقييمات. ينخفض هذا الرقم إلى 12% عندما يشمل العدّ جميع الطلاب الذين يسجلون أسماءهم في الحلقة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الدراسية، لكن لم يبدأوا، ويظل ذلك يقارَن إيجابيًّا بحلقات الإنترنت الدراسية الأخرى، التي يقل متوسط نسبة الإنجاز فيها عن 7%. و(المقارنات المفصلة صعبة، لأن كل مزوِّد لحلقات الإنترنت الدراسية لديه تعريف مختلف لـ«اكتمال» الحلقة).

يحصل إنتاج «فيوتشرلرن» من حلقات الإنترنت الدراسية أيضًا على تقديرات عالية من الآخرين، مثل سالي مابستون، نائب مستشار (رئيس) جامعة أكسفورد البريطانية لشؤون التعليم. ورغم أن أكسفورد اختارت عدم الانضمام إلى ميدان حلقات الإنترنت الدراسية، ولَدَى مابستون شكوكها حول قدرة مثل هذه الحلقات الدراسية على «إحداث ثورة في التعليم»، لكنها تقول إنها معجبة «ببساطة وجاذبية» نهج «فيوتشرلرن».

في نواح كثيرة، لا تزال «فيوتشرلرن» تقتفي أثر الموجة الأولى من حلقات الإنترنت الأمريكية (انظر: *Nature* **495**, 160–163; 2013). ولَدَى «فيوتشرلرن» أكثر من 500 ألف مستخدم مسجَّل، و130 حلقة دراسية، في حين أن شركة حلقات الإنترنت الرائدة «كورسيرا» Coursera، التي أسسها في إبريل 2012 علماء الحاسوب بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا، لديها حوالي 10 ملايين مستخدم مسجَّل، وأكثر من 400 حلقة. وأنانت أجاروال ـ رئيس شركة edX التنفيذي، وهي مزوِّد حلقات إنترنت في كمبريدج، ماساتشوستس ـ لديها حوالي 3 مليون مستخدم، يقول إن نهج «فيوتشرلرن» مبدع، لكن منبره الأساسي أيضًا «يتطور بوتيرة متقدة» باستخدام استجابات الطلاب لتحسين كيفية عمل النقاشات والمجموعات.

يضيف أجاروال: «نحن بحاجة إلى التجريب أكثر كثيرًا مع مئات من الحلقات وملايين المستخدمين، قبل تعميم الأنماط» حول أفضل الأساليب الناجحة بالنسبة للطلاب. وبدوره، يبدو شاربلز توّاقًا للقيام بذلك تحديدًا.

جنوب أفريقيا: الجامعة الشاملة

بقلم: ليندا نوردلينج

خلال معظم حقبة الفصل العنصري الصارم بجنوب أفريقيا، عكفت الجامعات الرائدة في البلاد بمعظمها على تلبية احتياجات النخبة البيضاء. قبل تفكيك نظام الفصل العنصري بفترة وجيزة بأوائل التسعينات، على أي حال، انضمت جامعة كيب تاون (UCT) لعدد من جامعات جنوب أفريقيا الأخرى في الوصول إلى الطلبة الفقراء – الذي كانت غالبيتهم العظمى من السود.

كان المفهوم العام وراء برنامج جامعة كيب تاون هو مساعدة الطلاب من الخلفيات المحرومة في اكتساب مهارات، يعتبرها معاصروهم الأكثر ثراء أمرًا مفروغًا منه. يوفر البرنامج الدعم بما في ذلك حلقات تنمية اللغة لأولئك الذين ليست الإنجليزية لغتهم الأولى، وتعليم العادات الدراسية الجيدة، بل وحتى تقديم المشورة النفسية. كما يتضمن جلسات جماعية تتيح للطلاب مناقشة التحديات التي تتراوح بين كيفية إدارة الشؤون المالية الشخصية، وسبل التكيف مع الإجهاد.

بالنسبة إلى طلاب العلوم، تقدم جامعة كيب تاون حلقات دراسية تأسيسية في علم الأحياء والفيزياء والكيمياء والرياضيات لسد أي ثُغرات معرفية. هناك برنامج علوم شتوي ينظم رحلات إلى حوض الأحياء المائية والحدائق الأحفورية المجاورة بكيب تاون، ويوفر خبرات أخرى متصلة بالعلوم ربما فاتت الطلاب خلال نشأتهم. لتوفير الوقت لهذه الأنشطة الإضافية، يعطي برنامج بكالوريوس العلوم بجامعة كيب تاون الطلاب خيار مد فترة المناهج الجامعية العادية ذات الثلاث سنوات إلى أربع سنوات.

منذ إدخالها في 1986، خرّجت برامج جامعة كيب تاون ذات السنوات الأربع أكثر من 2000 طالب. كان موكيتي كواجو أحدهم، فقد التحق بما كان يُسمى آنذاك مدخلًا عامًّا إلى برامج العلوم (GEPS) عندما جاء إلى جامعة كيب تاون في 2008. وكطالب ألمعيّ من بلدة فقيرة بمقاطعة «فري ستيت» بريف جنوب أفريقيا، وجد كواجو الوقت الإضافي ودروس التقوية والتوجيه الضروري. يقول: «لا أعتقد أنني كنت سأنجح في الحصول على درجتي العلمية بدون المدخل العام إلى برامج العلوم».

البرنامج لا يزال يتطور. وحتى العام الماضي، مثلا، تم توجيه طلاب حلقات العلوم في الجامعة بمجرد التحاقهم إلى أحد مسارين: مسار الثلاث سنوات، أو مسار الأربع سنوات. الآن، يبدأ جميع الطلاب في المسار نفسه. وبعد ستة أسابيع فقط، يختارون إما البقاء بمسار الثلاث سنوات، أو مسار الأربع سنوات.. أي برنامج البكالوريوس الممتد.

يقول ديفيد جامون ـ كيميائي بجامعة كيب تاون، يعمل كبير مستشارين لبرامج العلوم الممتدة ـ إن الفكرة هي السماح بتحديد مسارات الطلاب في الجامعة من خلال أدائهم، وليس من خلال المدرسة التي يريدون الالتحاق بها، أو لون بشرتهم. يعني هذا النهج أيضًا أن الطلاب يشاركون فعلًا في اختيار مساراتهم الخاصة، وهو اعتبار مهم، نظرًا إلى احتمال أن تكون هناك وصمة ترافِق الانضمام إلى مسار أطول.

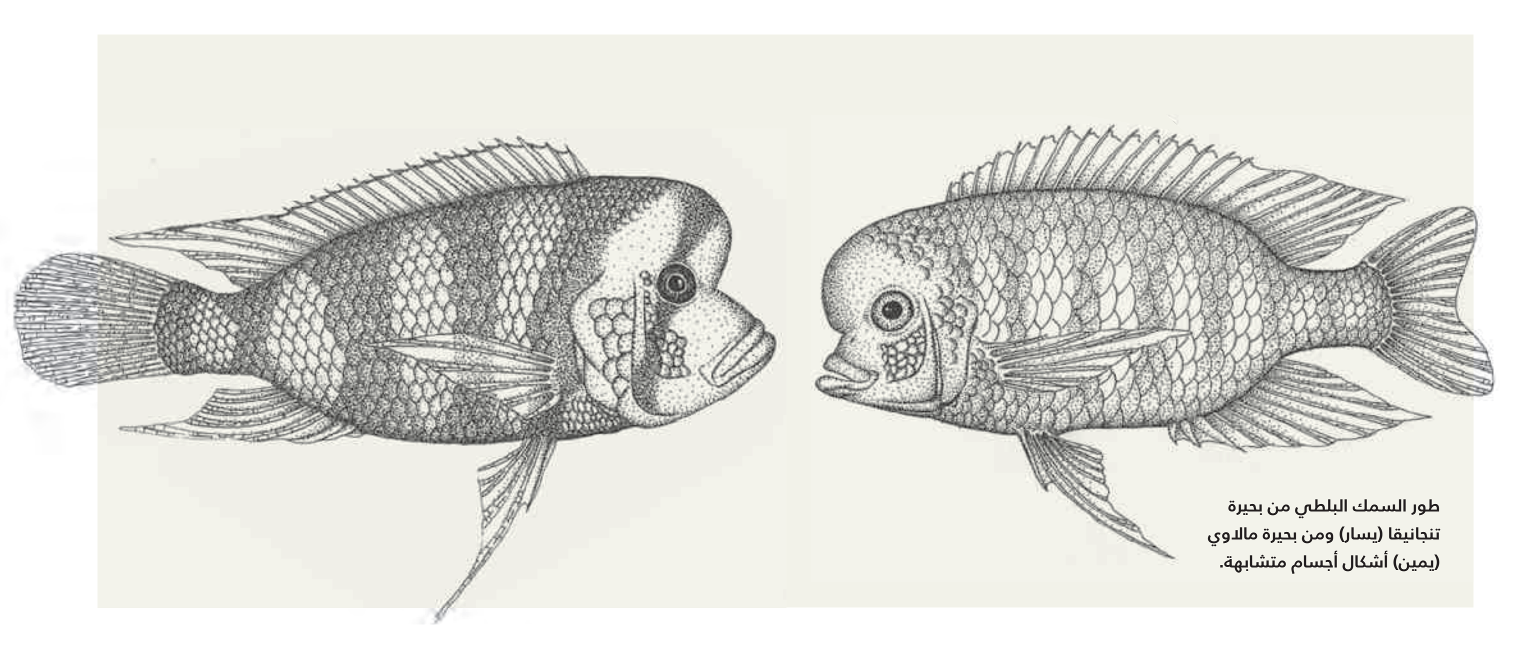
لقد ثبَت أن التحول بطيء. فقد وجد تقريرٌ حول إصلاح المناهج الجامعية، نشره مجلس جنوب أفريقيا للتعليم العالي في عام 2013، أنه رغم أن نسبة الشباب السود البالغين 20-24 عامًا وملتحقين بالجامعة ارتفعت بشكل طفيف من 10% في 2005 إلى 14% في 2011، يظل ضئيلًا، مقارنةً بنسبة نظرائهم البيض البالغة 57%. بين هؤلاء الطلاب السود الذين نجحوا في الوصول إلى الجامعة، هناك واحد فقط من كل خمسة (20%) يُتِم شهادته الجامعية خلال أربع سنوات، مقارنة بنسبة 44% من الطلاب البيض.

ومع ذلك.. كانت هناك أمثلة نجاح فردية عديدة. فخلال الأربع سنوات التي قضاها كواجو بجامعة كيب تاون، اكتشف لديه شغفًا بالأرصاد الجوية والمناخ وعلوم المحيطات. إنه حب غير متوقع من صبي نشأ بمناطق جنوب أفريقيا الداخلية المتربة. يقول: «عندما جاء والداي لحضور تخرُّجي، كانت المرة الأولى في حياتهما التي رأيَا فيها البحر». وهو الآن باحث مساعد في مجموعة تحليل نظم المناخ بجامعة كيب تاون، ويأمل في الشروع في دراسة درجة الماجستير في علوم المحيطات في العام المقبل.

في نهاية المطاف، يأمل كواجو في نقل شغفه بالعلم إلى بلده، ربما لإلهام الشباب اقتفاء خطاه، حيث يقول: «أريد أن أسد الفجوة بين سكان البلدات الفقيرة والعلوم. إنّ أكبر مشكلة هناك هي افتقاد الناس للمعلومات». ■

«أريد أن أسدّ الفجوة بين سكان البلدات الفقيرة والعلوم».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



طور السمك البلطي من بحيرة تنجانيقا (يسار) ومن بحيرة مالاوي (يمين) أشكال أجسام متشابهة.

هل تحتاج نظرية التطور إلى إعادة تفكير؟

الباحثون منقسمون حول العمليات التي يجب اعتبارها أساسية.

الرأي

نعم، بشكل عاجل

في غياب إطار عمل تطوري موسَّع، تهمل النظرية عمليات رئيسة، وفق رأي كيفن لالاند وزملائه.

تخيّل تشارلز داروين حدوث التطور عن طريق الانتقاء الطبيعي دون أن يعلم بوجود الجينات. الآن ينحو الاتجاه السائد في نظرية التطور نحو حصر التركيز تقريبًا بالتوريث الجيني والعمليات التي تغير تواترات الجين. ومع ذلك.. فالبيانات الجديدة المتدفقة من المجالات المجاورة قد بدأت بتقويض هذا المنظور الضيق. هناك رؤية بديلة للتطور آخذة بالتبلور، وفيها يجري التعرّف على العمليات التي تنمو بها الكائنات الحية وتتطور باعتبارها أسبابًا للتطور.

اجتمع بعضنا لأول مرة قبل ست سنوات لمناقشة هذه التطورات. ومنذ ذلك الحين، بوصفنا أعضاء في فريق متعدد التخصصات، عملنا بشكل مكثف لوضع إطار أوسع، أطلقنا عليه وصف التخليق التطوري الممتد[1] (EES)، ولتجسيد بنيته وفرضياته وتوقعاته. في جوهره، يحافظ هذا التخليق على المؤثرات المهمة للتطوّر، تلك التي لا يمكن اختزالها بالجينات، والتي يجب أن تُوضع في لُب نظرية التطوّر.

إننا نعتقد أن التخليق التطوري الممتد سيسلّط ضوءًا جديدًا ◄ صفحة 44

الرأي المضاد

لا، كل شيء على ما يرام

النظرية تكيّف الأدلة بالتخليق المتعنت، وفق رأي جريجوري إيه. راي، وهوبي إي. هوكسترا وزملائهما.

في أكتوبر 1881، قبل ستة أشهر فقط من وفاته، نشر تشارلز داروين كتابه الأخير، «تشكيل قوالب الخضر، عن طريق أعمال الديدان»[11] (*The Formation of Vegetable Mould, Through the Actions of Worms*)، والذي بيع بسرعة: فقد ضمنت منشورات داروين السابقة سمعته. لقد كرّس كتابًا كاملاً لهذه المخلوقات المتواضعة، ويرجع ذلك بشكل جزئي لتجسيدها عملية تغذية راجعة مثيرة للاهتمام، فالديدان مكيّفة للانتعاش في بيئة تعدّلها بفعل نشاطها الذاتي.

اكتسب داروين معلوماته عن ديدان الأرض من محادثاته مع المزارعين ومن تجاربه الخاصة البسيطة. كانت لديه موهبة تجميع رؤى نافذة حول العمليات التطورية ـ غالبًا بعد عدة سنوات من بيانات الرصد والتجربة ـ وقد عمل على موضوعات متباينة كالزراعة والجيولوجيا وعلم الأجنة والسلوك. ومنذ ذلك الحين اتبع التفكير التطوري نهج داروين في تركيزه على الأدلة وتوليف المعلومات من المجالات الأخرى.

بدأ تحوُّل أساسي في التفكير التطوري خلال عشرينات القرن ◄ صفحة 45

ILLUSTRATION BY R. CRAIG ALBERTSON

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الرأي: نعم، بشكل عاجل ◄

على طريقة عمل التطور، ونتمسك بكون الكائنات الحية قد تشكلت في أثناء التطور، ولم تتم «برمجتها» ببساطة لكي تطورها الجينات. لا تتطور الكائنات الحية لتناسب بيئات موجودة مسبقًا، ولكنها تشارك بيئاتها في البناء والتطور، ضمن عملية تغيير هيكل النظم البيئية.

إن عدد علماء الأحياء الداعين إلى تغيير كيفية تصوّر التطور آخذٌ في التزايد بسرعة. ويأتي دعم قوي من التخصصات المساندة، وعلى الأخص الأحياء النمائية، إضافة إلى علم الجينوميات، والوراثة غير الجينية، وعلم البيئة، والعلوم الاجتماعية[1,2]. يمكننا القول إن علم الأحياء التطوري بحاجة إلى مراجعة إذا كان يُراد له الاستفادة الكاملة من هذه التخصصات الأخرى. والبيانات التي تدعم موقفنا تكتسب قوةً يومًا بعد يوم.

ومع ذلك.. فإن مجرد ذكر التخليق التطوري الممتد غالبًا ما يثير ردود فعل انفعالية، بل وعدوانية بين علماء الأحياء التطورية. وكثيرًا ما تتردى مناقشات حيوية لتصبح لاذعة، ترافقها اتهامات بالبلبلة أو سوء التقديم. ربما يودّ علماء الأحياء التطورية - لكونهم ملاحَقين بهاجس التصميم الذكي.. أن يظهروا كجبهة متحدة أمام المُعَادِين للعِلْم. وقد يخشى البعض تناقص الدعم المالي والتقدير، إذا تمكّن الغرباء – مثل علماء الفسيولوجيا أو علماء الأحياء التطورية– من التدفق إلى مجال عملهم.

ولكن، هناك عامل آخر أكثر أهمية: العديد من علماء الأحياء التطورية التقليدية يدرسون العمليات التي نشير إليها باعتبارها مهملة، ولكنهم يستوعبونها بطريقة مختلفة جدًّا (انظر: «لا، كل شيء على ما يرام»). هذه ليست زوبعة في مقهى أكاديمي، بل هي نضال من أجل روح الانضباط بحد ذاتها.

سنوضح هنا منطق التخليق التطوري الممتد؛ أملاً في تخفيف احتقان هذا الجدل، وتشجيع النقاش المفتوح حول الأسباب الأساسية للتغيير التطوري (انظر المعلومات المكمّلة؛ go.nature.com/boffk7).

قيم أساسية

تمت بلورة جوهر نظرية التطور الحالية في ثلاثينات القرن الماضي وأربعيناته. فقد جمعت بين الانتقاء الطبيعي والوراثة وغيرها من المجالات ضمن توافق حول كيفية حدوث التطور. سمح هذا «التخليق الحديث» بإعطاء العملية التطورية وصفًا رياضيًّا باعتبارها تواترات لتنوعات جينية في مجموعة سكانية تتغير على مر الزمن، كما يحدث ـ على سبيل المثال ـ في انتشار المقاومة الجينية لفيروس الورم المخاطي لدى الأرانب.

في العقود التالية، أدرجت الأحياء التطورية تحديثات تتسق مع مبادئ التخليق الحديث. أحد هذه النماذج هي «النظرية المحايدة»، التي تبرز الأحداث العشوائية في التطور. على أي حال، تحتفظ نظرية التطور القياسية (SET) إلى حد كبير بالافتراضات نفسها الموجودة في التخليق الحديث الأصلي، الذي يستمر بتوجيه مسار تفكير الناس عن التطور.

إن القصة التي ترويها نظرية التطور القياسية بسيطة: ينشأ تنوع جديد عن طريق تحوّر جيني عشوائي، يحدث التوريث عن طريق الحمض النووي، والانتقاء الطبيعي هو السبب الوحيد للتكيّف، أي العملية التي تصبح الكائنات الحية بواسطتها مناسبة تمامًا لبيئاتها. من وجهة النظر هذه، يكتسب تعقُّد التطور الحيوي ـ التغيُّرات الحادثة في أثناء نمو الكائن الحي وتقدمه في العمر ـ أهمية ثانوية، بل ضئيلة.

من وجهة نظرنا، يفشل هذا التركيز «المتمحور حول الجين» في التقاط السلسلة الكاملة من العمليات التي توجه التطور. وتشمل الأجزاء المفقودة طريقة تأثير النمو البدني على جيل من التنوع (التحيز النمائي)، وكيف تشكّل البيئة سمات الكائنات بشكل مباشر (اللدونة)، وكيف تعدّل الكائنات الحية الأوساط البيئية (إنشاء المواضع)، وكيف تنقل الكائنات الحية ما هو أكثر من الجينات عبر الأجيال (التوريث غير الجيني). بالنسبة لنظرية التطور القياسية، تُعَدُّ هذه الظواهر مجرد نتائج للتطور، وبالنسبة للتخليق التطوري الممتد، هي أسباب أيضًا.

تأتي نظرة ثاقبة حول أسباب التكيف وظهور السمات الجديدة من أحياء النماء التطورية («evo–devo»). وقد أثبتت بعض نتائجها التجريبية صعوبة دمجها واستيعابها في نظرية التطور القياسية. الملحوظة الشائكة بشكل خاص هي أن كثيرًا من التنوعات ليست عشوائية؛ لأن العمليات النمائية تولد أشكالًا معينة بسهولة أكبر من سواها[3]. فمثلًا، ضمن إحدى مجموعات الحريش (مئويات الأرجل)، ثمة عدد فردي من القطع الحاملة للأرجل في كلٍّ من الأنواع التي تربو على الألف نوع، بسبب آليات تطور الأجزاء[3].

من وجهة نظرنا، يساعد هذا المفهوم ـ التحيّز النمائي ـ على شرح طريقة تكيُّف الكائنات الحية مع بيئاتها وتنوعها إلى العديد من الأنواع المختلفة. فمثلًا، ارتباط السمك البلطي في بحيرة مالاوي بالسمك البلطي الآخر في بحيرة ملاوي أوثق من ارتباطه بالموجود في بحيرة تنجانيقا، ولكن الأنواع في كلتا البحيرتين ذات أجسام متشابهة بطريقة لافتة للنظر[4]. في كل حالة، بعض السمك يتميز بشفاه لحمية كبيرة، وبعضه بجبهة بارزة، والبعض الآخر بفك سفلي قصير غليظ.

تفسر نظرية التطور القياسية متوازيات كهذه باعتبارها تطورًا متقاربًا: الظروف البيئية المتماثلة تختار تنوعات جينية عشوائية تؤدي إلى نتائج متكافئة. هذه النظرة تتطلب صدفة غير عادية لتفسير الأشكال المتوازية المتعددة التي تطورت بشكل مستقل في كل بحيرة. ثمة فرضية أكثر إيجازًا تفيد أن التحيز النمائي والانتقاء الطبيعي يعملان معًا[4,5]. وبدلًا من كون الانتقاء حرًّا في تخطي أي إمكانية جسدية، يتم ترشيده على امتداد طرق معينة تتيح عمليات النماء وجودها[5,6].

يحدث نوع آخر من التحيز النمائي عندما يتجاوب الأفراد مع بيئاتهم عن طريق تغيير أشكالهم، ضمن ظاهرة تسمى اللدونة. فمثلًا، يتغير شكل ورقة النبات وفق مياه التربة وكيميائها. ترى نظرية التطور القياسية هذه اللدونة باعتبارها مجرد ضبط، أو ربما ضوضاء. في حين يعُدُّها التخليق التطوري الممتد خطوة أولى معقولة في التطور التكيفي. وتتمثل النتيجة الرئيسة هنا في أن اللدونة لا تتيح للكائنات الحية التعامل ضمن ظروف بيئية جديدة وحسب، بل تتيح أيضًا استحداث سمات مناسبة لها تمامًا. وإذا كان الانتقاء يحافظ على المتغيرات الجينية التي تتجاوب بفعالية عند تغير الظروف، عندئذٍ يحدث التكيُّف بشكل كبير نتيجة لتراكم التنوّعات الجينية التي تثبّت سمة ما بعد أول ظهور لها[5,6]. بعبارة أخرى.. كثيرًا ما تكون السمة هي التي تأتي أولاً؛ تتبعها الجينات التي تدعمها، بعد عدة أجيال أحيانًا[5].

اللدونة: تظهر فراشات الكومودور بألوان مختلفة في الفصول الجافة (يسار) والرطبة.

تشير الدراسات المجراة على السمك والطيور والبرمائيات والحشرات إلى أن التكيّفات التي حدثت لأسباب بيئية بشكل رئيس، قد تشجع استيطان أوساط بيئية جديدة وتسهل ظهور أنواع جديدة[5,6]. ونجد بعض أفضل الأمثلة المدروسة هنا في السمك، مثل سمك أبو شوكة، وسمك شار في القطب الشمالي. فقد سبّب الاختلافُ في النظم الغذائية وظروف معيشة السمك في القاع وفي المياه المفتوحة ظهورَ أشكال متمايزة للأجسام، يبدو أنها تطوِّر تباعدًا نسليًّا، وهي مرحلة من مراحل تشكيل الأنواع الجديدة. لا يعتمد عدد الأنواع في سلالة على كيفية تذرية (غربلة) التنوّع الجيني العشوائي من خلال المناخل البيئية المختلفة. إنه يتعلّق أيضًا بالخصائص النمائية التي تسهم في «قابلية السلالة للتطور» evolvability.

في جوهرها، تعامل نظرية التطوّر القياسية البيئةَ باعتبارها «الظروف الخلفية»، التي قد تستهدف تعديل الانتقاء أو تؤدي إليه، ولكنها بحد ذاتها لا تمثل جزءًا من العملية التطورية. إنها لا تفرّق بين الطريقة التي تكيّف بها النمل الأبيض مع التلال التي يبنيها، وكيف تكيّفت الكائنات الحية ـ مثلًا ـ مع الاندفاعات البركانية. إننا نرى هذه الحالات مختلفة جوهريًّا[7].

والاندفاعات البركانية هي أحداث ذاتية التحساس ومستقلة عن أفعال الكائنات. وعلى النقيض من ذلك، فالنمل الأبيض يبني بيوته وينظّمها بأسلوب توجيهي قابل للتكرار، تشكّل بفعل الانتقاء الماضي ويحفّز الانتقاء المستقبلي. وبشكل مشابه، تعمل الثدييات والطيور والحشرات على الدفاع عن أعشاشها وصيانتها وتحسينها –وهي استجابات تكيّفية لبناء العش تطورت مرارًا وتكرارًا[7]. إن «بناء الموضع» هذا، كالتحيز النمائي، يعني أن الكائنات تشارك في إدارة تطورها الذاتي عن طريق تغيير الأوساط البيئية بشكل منهجي، فهي إذن تطبق تحيز الانتقاء[7].

الوراثة ما وراء الجينية

لطالما قررت نظرية التطور القياسية أن آليات التوريث خارج الجينات حالات خاصة، الثقافة البشرية هي المثال الرئيس. ويقرّ التخليق التطوري الممتد صراحة بأن أوجه الشبه بين الوالدين والأبناء تعود جزئيًّا إلى الآباء الذين صفحة 46 ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الرأي المضاد: لا، كل شيء على ما يرام

◄ الماضي، عندما بدأت مجموعة من الإحصائيين وعلماء الوراثة بهدوء وضع الأسس لتحول دراماتيكي. وتُوِّج عملهم بين عامي 1936 و1947 في «التخليق الحديث»، الذي وحّد مفهوم داروين للانتقاء الطبيعي مع حقل علم الوراثة الوليد، وبدرجة أقل، مع علم الإحاثة وتصنيف الأحياء. والأهم من ذلك، أنه وضع الأسس النظرية لفهم كمّي شديد الدقة لتكيُّف الأنواع الجديدة ونشوئها، اللذَين يمثلان اثنتين من أكثر العمليات التطورية أساسية.

في العقود التالية، عملت أجيال من علماء الأحياء التطورية على تعديل إطار عمل التخليق الحديث وتصحيحه وتوسيعه بطرق لا حصر لها. ومثل داروين، استمدوا الكثير من المجالات الأخرى. عندما حدد علماء الأحياء الجزيئية الحمض النووي كأساس مادي للوراثة وتنوع السمات، مثلًا، حفّزت اكتشافاتهم التوسعات الأساسية لنظرية النشوء والارتقاء. فمثلًا، أدى إدراك أن العديد من التغييرات الوراثية لا تأثير لها على اللياقة البدنية إلى حدوث تقدمات نظرية كبيرة في علم وراثة المجموعات. ودفع اكتشاف الحمض النووي «الأناني» لمناقشات حول الانتقاء على مستوى الجينات بدلًا من السمات. وتمثل نظرية انتقاء ذوي القربى، التي تصف كيف يجري اختيار الصفات التي تؤثر على الأقارب، توسعًا آخر[12].

مع ذلك، عدد من علماء الأحياء التطورية (انظر: «نعم، بشكل عاجل») يحاجُّ بأن النظرية قد تحجّرت منذ ذلك الحين حول المفاهيم الوراثية. وبشكل أكثر تحديدًا، هم يؤكدون أن أربع ظواهر تعدُّ عمليات تطورية مهمة: اللدونة المظهرية، وبناء الموضع، والميراث الشامل، والتحيز النمائي. لا يسعنا إلا أن نوافق.. فنحن أنفسنا ندرسها، لكننا لا نعتقد أن هذه العمليات تستحق اهتمامًا خاصًا كهذا لتكون جديرة باسم جديد مثل «التخليق التطوري الممتد». فيما يلي نركز على ثلاثة أسباب تبرر لماذا نعتقد أن هذه الموضوعات تلقى بالفعل ما هي جديرة به في نظرية النشوء والارتقاء الحالية.

كلمات جديدة لمفاهيم قديمة

إن الظواهر التطورية التي دافع عنها لالاند وزملاؤه مندمجة فعلًا بشكل جيد بالفعل في الأحياء التطورية، التي لطالما قدمت معلومات مفيدة. وفي الواقع، تعود هذه المفاهيم كافة إلى داروين نفسه، كما يتضح من تحليله للتغذية الراجعة الحادثة مع تكيّف ديدان الأرض مع حياتها في التربة.

اليوم نحن نطلق على عملية كهذه اسم بناء الموضع، ولكن الاسم الجديد لا يغيِّر حقيقة أن علماء الأحياء التطورية كانوا يدرسون التغذية الراجعة بين الكائنات الحية والبيئة لمدة دامت أكثر من قرن[13]. لطالما كانت التعديلات المذهلة، مثل تلال النمل الأبيض، وسدود القنادس، وعروض طير التعريشة، من دعامات الدراسات التطورية. والحالات التي لا يمكن تقديرها إلا على النطاق المجهري، أو الجزيئي ليست أقل إبهارًا، مثل الفيروسات التي تجيّر الخلايا المضيفة للإنتاج و«استشعار النصاب»، وهو نوع من التفكير الجماعي للبكتيريا.

أثارت عملية أخرى، اللدونة المظهرية، اهتمامًا كبيرًا لدى علماء الأحياء التطورية. فقد جرى توثيق حالات لا حصر لها تؤثر فيها البيئة مسببة اختلاف السمات –بدءًا من فكي سمك البلطي الذي يغير شكله عند تبدل مصادر الغذاء، إلى الحشرات التي تحاكي أوراق النبات البنية إذا وُلدت في موسم الجفاف، والخضراء في الموسم الرطب. وقد كشفت التطورات التكنولوجية في العقد الماضي عن درجة لا تصدق من المرونة في التعبير الجيني استجابة للظروف البيئية المتنوعة، فاتحة الباب أمام فهم أساسها المادي. كثيرًا ما نوقش الكتاب[5] الذي وضعته ماري جين وست-إيبرهارد المختصة بالسلوكيات، والذي استكشف كيف يمكن للدونة أن تسبق التغيرات الجينية في أثناء فترات التكيف.

إذن، لم يكن هناك إهمال لأي من الظواهر التي دافع عنها لالاند وزملاؤه في الأحياء التطورية. ولكنها ككل الأفكار، بحاجة إلى إثبات قيمتها في سوق النظريات شديدة الدقة، والنتائج التجريبية، والنقاشات الحاسمة. إن البروز الذي تفرضه هذه الظواهر الأربع في خطاب نظرية التطور المعاصرة يعكس قوتها التفسيرية المثبتة، وليس عدم الاهتمام.

التوسع الحديث

إضافة إلى ذلك، فإن الظواهر التي تهم لالاند وزملاؤه لا تتعدى أربعًا من بين العديد من الظواهر الواعدة مستقبلًا في علم الأحياء التطورية. ولدى معظم علماء الأحياء التطورية قائمة بالموضوعات التي يودون رؤيتها تُولَى مزيدًا من الاهتمام. قد يزعم البعض أن الرَّوكَبة (التفوق الجيني) -أي التفاعلات المعقدة بين المتغيرات الجينية- طالما كانت مبخوسة التقدير، ويدافع البعض الآخر عن التنوعات الجينية الخفية (الطفرات التي تؤثر فقط على السمات في ظل ظروف وراثية أو بيئية محددة)، في حين يؤكد البعض الآخر أهمية الانقراض، أو التكيّف مع تغير المناخ، أو تطور السلوك. والقائمة تطول.

يمكننا التوقف والمجادلة فيما إذا كان هناك اهتمام «كافٍ» بأيٍّ من هذه الظواهر، أو يمكننا التشمير عن سواعدنا، والانهماك في العمل، والاكتشاف من خلال إرساء أسس النظرية وبناء سجل صلب للحالات من الدراسات التجريبية. يمكن للتأييد أن يأخذ فكرة جيدة عند هذا الحدّ فقط.

ما يطلق لالاند وزملاؤه عليه اصطلاحًا نظرية التطور القياسية هو صورة كاريكاتورية تنظر إلى هذا المجال كجسم ساكن أحادي. وهم يرون علماء الأحياء التطورية اليوم غير مستعدين لوضع الأفكار التي تتحدى العُرف في اعتبارهم.

إننا نرى عالمًا شديد الاختلاف. فنحن نحسب أنفسنا محظوظين للعيش والعمل في الحِقبة الأكثر إثارة وشمولية وتقدمًا للبحث التطوري منذ التخليق الحديث. وبعيدًا عن التمسك بالماضي، فإن نظرية التطور الحالية مبدعة بحيوية وتتنامى بسرعة في مجالها. يستلهم علماء الأحياء التطورية اليوم من مجالات متنوعة، كالجينوميات والطب والبيئة والذكاء الاصطناعي وعلم الروبوتات. إننا نعتقد أن داروين كان سيوافقنا.

الجينات محورية

أخيرًا، تخفيف ما يسخر منه لالاند وزملاؤه باعتباره رأيًا «متمحورًا حول الجين» سيقلل من التأكيد على العنصر الأكثر قابلية للتوقع، والتطبيق على نطاق واسع، والتحقق تجريبيًّا، للنظرية التطورية. التغييرات في المادة الوراثية تشكل جزءًا أساسيًّا من التكيف وتكوين الأنواع الجديدة. لقد جرى توثيق الأساس الجيني الدقيق لتعديلات لا حصر لها بطريقة مفصلة، بدءًا من مقاومة المضادات الحيوية في البكتيريا إلى التلون التمويهي في الفأر الغزال، وصولاً إلى تحمُّل اللاكتوز لدى البشر.

رغم أن التغيرات الجينية مطلوبة من أجل التكيُّف، إلا أنه يمكن للعمليات غير الجينية أن تؤدي أحيانًا دورًا في كيفية تطور الكائنات الحية. إن لالاند وزملاؤه محقّون في أن اللدونة المظهرية، مثلًا، يمكن أن تسهم في التكيف الفردي. من الممكن أن تتجه الشتلات نحو الضوء الأكثر سطوعًا؛ لكي تنمو وتصبح شجرة ذات شكل مختلف عن أترابها. لقد صفحة 46 ◄

مخلفات الدود كما صُوِّرت في كتاب تشارلز داروين الأخير.

JOHN VAN WYHE/DARWIN-ONLINE.ORG.UK

الرأي: نعم، بشكل عاجل

يعيدون بناء بيئاتهم التطورية من أجل أبنائهم. تشمل «الوراثة خارج الجينية» انتقال علامات لا جينية (تغيُّرات كيميائية تسبب تغيُّر تعبير الحمض النووي دون أن تغيِّر التسلسل الأساسي) تؤثر على الخصوبة، وطول العمر، ومقاومة الأمراض عبر الأصناف[8]. بالإضافة إلى ذلك.. يشمل الميراث خارج الجيني السلوك المنتقل اجتماعيًّا في الحيوانات، مثل تكسير الجوز لدى الشمبانزي، أو أنماط هجرة سمك الشعاب المرجانية[8,9]. وهو يشمل أيضًا تلك الهياكل والظروف المتغيرة التي تتركها الكائنات الحية لذرِّيَّاتها من خلال بناء مواضعها المناسبة –من سدود القنادس إلى التراب المعامل من قبل الديدان[7,10]. أثبتت البحوث التي أجريت خلال العقد الماضي أن توريثًا كهذا منتشر على نطاق واسع، بحيث يجب أن يكون جزءًا من نظرية عامة. تضع النماذج الرياضية لديناميات التطور -التي تتضمن الميراث خارج الجيني- توقعات مختلفة عن تلك التي لا تتضمنه[7–9]. وتساعد النماذج الشاملة على تفسير مجموعة واسعة من الظواهر المحيِّرة، كالاستعمار السريع لأمريكا الشمالية من قِبل العصفور الدوري، وقدرة النباتات الغازية ذات التنوع الجيني المنخفض على التكيُّف، وكيفية تأسيس التباعد الإنجابي. وهذه الموروثات يمكنها حتى أن تولِّد أنماطًا تطورية كبرى. على سبيل المثال.. تشير الدلائل إلى أن الإسفنج زوَّد المحيط بالأكسجين، وخلق بذلك فرصًا أتاحت للكائنات الحية الأخرى العيش في قاع البحر[10]. تشير البيانات الأحفورية المتراكمة إلى أن التعديلات البيئية الموروثة من قبل الأنواع سهلت -مرارًا وتكرارًا، وأحيانًا بعد ملايين السنين- تطورَ أنواع ونظم بيئية جديدة[10].

«هناك ما هو أكثر من الجينات في الوراثة».

معـًا أفضل

ترد الرؤى المقدَّمة أعلاه من مجالات مختلفة، ولكنها تتناسب معًا بتناسق يدعو للدهشة. إنها تُظهر أن التباين ليس عشوائيًّا، وأن هناك ما هو أكثر من الجينات في الوراثة، وأن هناك طرقًا متعددة للتناسب بين الكائنات الحية وبيئاتها. وهي تثبت -بدرجة كبيرة من الأهمية- أن النماء هو السبب المباشر الذي يبرر لماذا وكيف يحدث التكيّف وتنشأ الأنواع الجديدة، ومعدلات التغيُّر التطوري وأنماطه.

تضع نظرية التطور القياسية باستمرار أطرًا لهذه الظواهر بطريقة تقلل من أهميتها. فمثلًا، يُعدُّ التحيُّز النمائي عاملاً يفرض «قيودًا» على ما يمكن للانتقاء أن يحققه –أي كعائق يفسر فقط غياب التكيُّف. على النقيض من ذلك، فإن التخليق التطوري الممتد يعترف بعمليات النماء بوصفها عنصر إبداع، يحدد أي الأشكال والميزات تتطور، ويفسّر بالتالي لماذا تمتلك الكائنات الحية صفاتها.

يسرِّع الباحثون في المجالات الممتدة من الفسيولوجيا وعلم البيئة إلى الأنثروبولوجيا سعيهم ضد الافتراضات المقيِّدة لإطار عمل نظرية التطور القياسية، دون أن يدركوا أن سواهم يفعل الشيء نفسه. إننا نعتقد أن تعدد وجهات النظر في العلم يشجع تطوير الفرضيات البديلة، ويحفز العمل التجريبي. لقد توقف التخليق التطوري الممتد عن كونه حركة احتجاج، فهو الآن إطار عمل موثوق يستلهم أعمالاً مفيدة من خلال استقدام باحثين في مجالات متنوعة تحت سقف نظري واحد لإحداث تغيير في مفاهيم الأحياء التطورية. ■

كيفن لالاند أستاذ الأحياء السلوكية والتطورية في جامعة سانت أندروز، المملكة المتحدة. **توبياس أولر، ومارك فيلدمن، وكيم ستيرلني، وجيرد بي. مولر، وأرمين موتشِك، وإيفا يابلونكا، وجون أودلنج سمي.**
البريد الإلكتروني: knl1@st–andrews.ac.uk

1. Pigliucci, M. & Müller, G. B. *Evolution: The Extended Synthesis* (MIT Press, 2010).
2. Noble, D. *et al. J. Physiol.* **592,** 2237–2244 (2014).
3. Arthur, W. *Biased Embryos and Evolution* (Cambridge Univ. Press, 2004).
4. Brakefield, P. M. *Trends Ecol. Evol.* **21,** 362–368 (2006).
5. West-Eberhard, M. J. *Developmental Plasticity and Evolution* (Oxford Univ. Press, 2003).
6. Pfennig D. W. *et al. Trends Ecol. Evol.* **25,** 459–467 (2010).
7. Odling-Smee, F. J., Laland, K. N. & Feldman, M. W. *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution* (Princeton Univ. Press, 2003).
8. Jablonka, E. & Lamb, M. *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life* (MIT Press, 2014).
9. Hoppitt, W. & Laland, K. N. *Social Learning: An Introduction to Mechanisms, Methods, and Models* (Princeton Univ. Press, 2013)
10. Erwin, D. H. & Valentine J. W. *The Cambrian Explosion: The Construction of Animal Biodiversity* (Roberts, 2013).

الرأي المضاد: لا، كل شيء على ما يرام

أظهرت العديد من الدراسات أن هذا النوع من اللدونة مفيد، وأنه يستطيع أن يتطور بسهولة إذا كان هناك تباين وراثي في الاستجابة[14]. هذا الدور للدونة في التغيُّر التطوري موثَّق بشكل جيد جدًّا، بحيث لا يحتاج معها إلى دفاع خاص.

أما إذا كانت اللدونة تستطيع أن «تقود» التنوُّع الجيني في أثناء التكيف فهو أمر أقل وضوحًا بكثير. قبل أكثر من نصف قرن، وصف المختص بالأحياء النمائية كونراد وادينجتون عملية أطلق عليها اسم الاستيعاب الجيني[15]. هنا، يمكن للطفرات الجديدة في بعض الأحيان تحويل سمة لدنة إلى أخرى تتطور حتى بدون الظروف البيئية المحددة التي حرضت على وجودها أصلًا. وقد جرى توثيق عدة حالات خارج المختبر. على أي حال، إذا كان هذا عائدًا إلى غياب الاهتمام الجدي، أو كان يعكس ندرة حقيقية في الطبيعة، فهو أمر لا يمكن الإجابة عليه إلا بالمزيد من الدراسة.

إن عدم كفاية الأدلة يجعل من الصعب أيضًا تقييم الدور الذي قد يلعبه التحيُّز النمائي في تطور (أو غياب تطور) السمات التكيفية. العمليات النمائية -استنادًا إلى ملامح الجينوم التي قد تكون نوعية لمجموعة معينة من الكائنات الحية- يمكنها بالتأكيد أن تؤثر على مجموعة من السمات التي قد يعمل الانتقاء الطبيعي عليها، ولكن ما يهم في نهاية المطاف ليس مدى تباين السمات، ولا حتى أسبابها الآلية الدقيقة، بل الاختلافات القابلة للتوريث من السمات، خاصة تلك التي تسبغ بعض المزايا الانتقائية. بالمثل، يتوفر القليل من الأدلة عن دور التعديل اللاجيني الموروث (جزء مما كان يسمى «الميراث الشامل») في التكيّف: إننا لا نعرف حالة، أظهرت سمة جديدة ذات أساس لا جيني تمامًا، منفصلة بالكامل عن تسلسل الجين.

«ما يهم هو الاختلافات القابلة للتوريث من السمات، وخاصة تلك التي تسبغ بعض المزايا الانتقائية».

في كلا الموضوعين، سيكون إجراء مزيد من البحوث قيِّمًا.

كل الظواهر الأربع التي يسوقها لالاند وزملاؤه هي 'إضافات' إلى العمليات الأساسية المفضية إلى التغيُّر التطوري: الانتقاء الطبيعي، والانحراف، والطفرة، وإعادة التركيب، والتدفق الجيني. إن أيّ إضافة من هذه الإضافات ليست ضروريّة للتطور، ولكنها تستطيع تغيير العملية في ظل ظروف معينة. لهذا السبب.. هي تستحق أن تُدرَس بعناية.

إننا نوجه دعوة إلى لالاند وزملائه للانضمام إلينا في إطار أكثر اتساعًا، بدلًا من تخيُّل تقسيمات لا وجود لها. إننا نقدِّر أفكارهم باعتبارها جزءًا مهمًّا مما قد تؤول إليه نظرية التطور في المستقبل. كما أننا نريد بدورنا تخليقًا تطوُّريًّا ممتدًّا، ولكن بالنسبة لنا، تبقى هذه الكلمات صغيرة لأن هذه كانت هي الطريقة التي تقدم بها مجالنا دائمًا[16].

إن أفضل طريقة لإعلاء شأن الظواهر المثيرة للاهتمام حقًّا كاللدونة المظهرية، والميراث الشامل، وبناء الموضع، والتحيز النمائي (والكثير غيرها)، هي تعزيز الدليل على أهميتها.

وقبل ادعاء أن ديدان الأرض «أدت دورًا أكثر أهمية في تاريخ العالم مما افترضه معظم الناس في البداية»[11]، كان داروين قد جمع بيانات أكثر من 40 عامًا. وحتى في ذلك الوقت، فقد نشرها فقط خشية «الانضمام إليها» عما قريب[17]. ■

جريجوري إيه. راي أستاذ الأحياء في جامعة ديوك في دورهام، نورث كارولاينا، الولايات المتحدة الأمريكية. **هوبي إي. هوكسترا** أستاذ الأحياء في جامعة هارفارد، كامبردج، ماساشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية. **دوجلاس جيه. فوتويما، وريتشارد إي لنسكي، وترودي إف. سي. مَكاي، ودولف شلوتر، وجوان إي. ستراسمن.**
البريد الإلكتروني: hoekstra@oeb.harvard.edu; gwray@duke.edu

11. Darwin, C. *The Formation of Vegetable Mould, Through the Actions of Worms* (John Murray, 1881).
12. Alcock, J. *The Triumph of Sociobiology* (Oxford Univ. Press, 2001).
13. Bailey, N. W. *Trends Ecol. Evol.* **27,** 561–569 (2012).
14. Wada, H. & Sewall, K. B. *Integ. Comp. Biol.* http://dx.doi.org/10.1093/icb/icu097 (2014).
15. Waddington, C. H. *Nature* **150,** 563–565 (1942).
16. Callebaut, W. in *Evolution: The Extended Synthesis* (Pigliucci, M. & Müller, G. B. eds) 443–482 (MIT Press, 2010).
17. Browne, J. *Charles Darwin: The Power of Place* Vol. II 479 (Jonathan Cape, 2003).

تتوفر كافة ارتباطات المؤلف مع هذه المقالات على الانترنت على الرابط go.nature.com/boffk7



ILLUSTRATION BY ELIOT WYATT

شركات في الحرم الجامعي

تقول **جانا جيه. واطسون -كابس** و**توماس آر. سك** إن السماح بوجود المعامل التجارية في المحيط الأكاديمي يعود بالفائدة على جميع الأطراف.

رغم أن بيت مارينر يعمل في الطابق الذي يعلو المشرف على رسالته للدكتوراة، وفي الطابق الأدنى من مشرفه لأبحاث ما بعد الدكتوراة، إلا أنه لا يعمل في الوسط الأكاديمي، بل هو أحد كبار العلماء في «موزايك بايوساينسز»، وهي شركة ناشئة شرعت في تطوير مواد صناعية تساعد على التئام الجروح بشكل أسرع، غير أن معمله يقع داخل حرم جامعة كولورادو بولدر، حيث تتبع الشركة معهد «بايوفرونتيرز» التابع للجامعة، وهو جهد متعدد التخصصات للتعامل مع علم الأحياء المركب وإقامة اتصالات مع الشركات.

على مدى العقود الثلاثة الماضية، كانت الأوساط الأكاديمية تتقارب مع الأوساط التجارية فلسفيًّا وفعليًّا[1]. فمنذ أربعة وثلاثين عامًا، شجع قانون «باي-دول» الأكاديميين الأمريكيين على تسجيل براءات اختراع لاكتشافاتهم والعمل مع الشركات، وعلى أن يصبحوا رواد أعمال[2]. سار النهج في أوروبا على الخطى



نفسها[3]، فازداد تعاون الشركات مع علماء الجامعات لتعزيز بحوثهم. وجد استطلاع أجرته دورية «لايف ساينسز» عام 2007، لأعضاء هيئة التدريس في الجامعات الخمسين التي تتلقى أكبر دعم مالي من المعاهد الوطنية للصحة في الولايات المتحدة، أن أكثر من نصفهم له صلة بالشركات التجارية[4].

المشاركات الناجحة بين الأوساط التجارية والأكاديمية تتطلب وجود مصالح مشتركة وثقة وتواصل جيد. لتحقيق ذلك، فإن قربهم يعد أمرًا حيويًّا.

العديد من الجامعات لها أماكن مخصصة للأبحاث خارج الحرم الجامعي، ولكن بعض مرافق البحوث الأكاديمية أخذت خطوة للأمام وقامت بجلب الشركات الصغيرة إلى داخل جدرانها، مثل «بايوفرونتيرز» (حيث تشغل جانا جيه. واطسون كابس منصب المدير المساعد، ويشغل توماس آر. تشيك منصب مدير هيئة تنظيم قطاع الاتصالات) وهي واحدة من أحدث تجارب «الموقع المشترك». من المنتظر أن يلحق بها آخرون (انظر: «داخل الأسوار نفسها»)، وعندما ينفذ ذلك بشكل جيد، سيعود بالفائدة على جميع الأطراف.

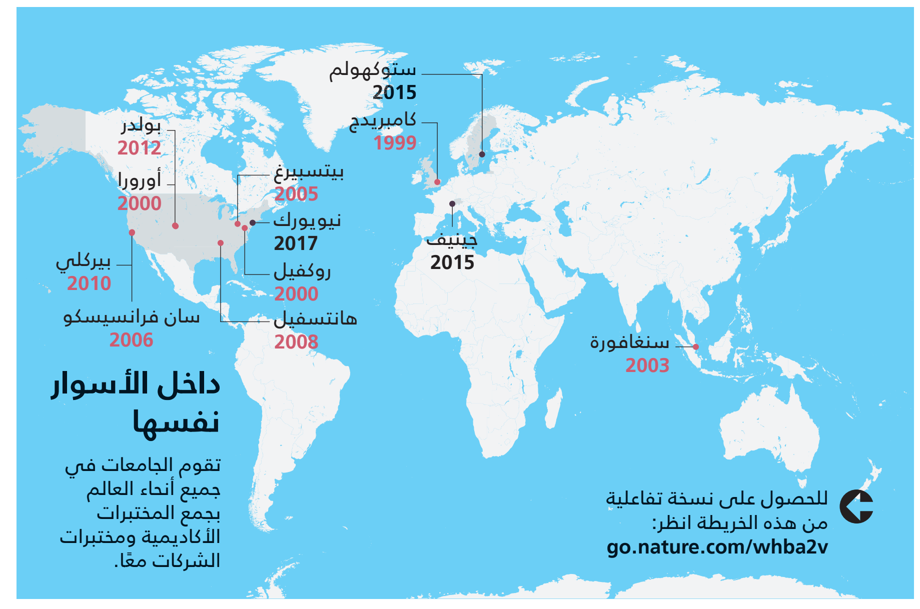
شركاء في البناء

تعمل مختلف إدارات الجامعات على تواصل أعضاء هيئة التدريس والطلاب والشركات من خلال نقل التقنية والمشاركات التجارية، وتدريب الطلبة وتوجيههم، لكن هذه الموارد المركزية لا تسمح بحدوث التفاعلات العفوية التي يمكن أن تنشأ من الحماس المشترك لحل مشكلة. يزيل الموقع المشترك الفصل المادي والوسطاء بين الباحثين في المؤسسات الأكاديمية والعاملين في الصناعة، وبذلك يسمح بازدهار العلاقات العفوية.

يستفيد أعضاء هيئة التدريس من تدفق خبرات الشركات[5]. فالباحثون ذوو الخبرة الصناعية غالبًا ما يكونون أكثر دراية بالتقنيات عالية الإنتاجية والتطبيقات التجارية من نظرائهم الأكاديميين، إذ يخبرنا زملاؤنا من أعضاء هيئة تدريس الطب الحيوي أنهم يقدِّرون التعاون الصناعي بوصفه وسيلة لتطبيق الاكتشافات بالطرق التي تعود بالنفع على المرضى في النهاية. كما أن الطلاب يكتسبون الخبرة العملية ويجدون فرصًا للعمل لدى هذه الشركات في أثناء توسعها، كما تستفيد الشركات الصغيرة من إتاحة التنوع المعملي، والمرافق الأساسية، وتنشيط بيئة البحث، والقوى العاملة المتعلمة.

على سبيل المثال، عندما شرعت «آرتشر دكس» -مقرها بولدر- في تطوير الجيل الجديد من معدات سلسلة الجينات والبرمجيات للبحث عن علاجات للسرطان، قامت بتوفير النفقات عن طريق استئجار معمل معد مسبقًا في «بايوفرونتيرز» وشراء المعدات من منشأة علم الجينوم في الجامعة. عندما تم الاستحواذ على الشركة من قبل شركة أكبر للتشخيص والكواشف («إنزيماتكس»، مقرها بيفرلي، ماساتشوستس)، وعندما انتقلت إلى مساحة أوسع خارج الحرم الجامعي، وظَّفت عديدًا من الطلاب السابقين.

يُعَدّ معهد كاليفورنيا للعلوم الحيوية الكمية (QB3) مثالًا آخر للموقع المشترك. يدعم المعهد اثنتين من حاضنات الأعمال داخل الحرم ◄



الجامعي لصالح الشركات الجديدة في جامعة كاليفورنيا، والتي تُدعى «مرائب التقنية الحيوية» تكريمًا لبدايات نشأة «سيليكون فالي» التقني. إحدى شركات QB3 الناشئة هي «كاريبو بيوساينسز»، التي قامت على تقنية هندسة الجينوم من معامل «جنيفر دودنا» في جامعة كاليفورنيا، بيركلي. بدأت عملياتها ـ متبعة النمط المألوف حاليًّا ـ في «المرآب@بيركلي» ـ على بعد خطوات من معامل دودنا ـ قبل أن تنتقل إلى مساحة أكبر مع نمو الشركة.

يجمع معهد «هدسن ألفا» للتقنية الحيوية -وهو منظمة غير ربحية في هانتسفيل ألاباما- الباحثين الأساسيين، وحملة الدكتوراة وبعض الطلاب جنبًا إلى جنب مع المرافق الأساسية والشركات المستقلة التي تقوم بتطوير التقنيات الجينية الجديدة. قامت شركة «ثرموفيشر ساينتيفيك» -وهي شركة عالمية للتقنية الحيوية، مقرها والثام، ماساتشوستس- بشراء إحدى الشركات الناشئة عام 2008، واحتفظت بعملياتها في هانتسفيل، مشيرة إلى أهمية القرب من الباحثين خارج نطاق خبراتهم الخاصة.

قواعد المشاركة

الموقع المشترك له تحدياته، فالجامعات من آخر الأماكن التي تقدِّر البحث العلمي لهدف الاكتشاف فحسب. لذا.. يجب على جميع القادة المشاركين في الموقع، وممثلي قطاع الأعمال، ومديري الجامعات، ومسؤولي التنمية، المساعدة في تنفيذ أهداف البرنامج مع حماية الأهداف السامية للبحث العلمي.

من الناحية المثالية، ينبغي تمويل المواقع المشتركة من الأموال التي لا تذهب عادة إلى البحوث الأساسية، مثل الإيجار من شركات الاستثجار، والتبرعات الخيرية الموجهة لريادة الأعمال، والمنح المخصصة. لقد قمنا بإمداد عدة مرافق أساسية تخدم كلاًّ من الأكاديميين والشركات المحلية باستخدام منح البنية التحتية من مكتب كولورادو للتنمية الاقتصادية والتجارة الدولية. تأسست «هدسن ألفا» وجرى تمويلها إلى حد كبير من قِبل العلماء أصحاب المشروعات جيم هدسن ولوني ماكميلان، بهدف إيواء أعضاء هيئة التدريس الأكاديميين جنبًا إلى جنب مع الشركات الصغيرة. كما جرى تمويل A*STAR (وكالة العلوم والتقنية والبحوث) في سنغافورة بشكل أساسي من برامج الحكومة لتعزيز البحوث التجارية والتنمية.

مع ذلك.. تحتاج الجامعات إلى تخصيص موارد لمعالجة تضارب المصالح الفعلية والملحوظة. يتطلب هذا سياسات حذرة في مجال الملكية الفكرية، واستخدام موارد الجامعة، ووقت أعضاء هيئة التدريس، وتضارب المصالح. على سبيل المثال.. لا يمكن تقييم الطلاب وتوظيفهم بدوام جزئي من قِبل الشخص نفسه. يجب على الشركات داخل حرم الجامعة أن تضمن قدرة الطلاب المشاركين على النشر في الوقت المناسب، وهي ممارسة أنشئت بالفعل لاتفاقات البحوث التي تتم رعايتها.

الشركات التي تميل للعمل في العلوم المفتوحة يمكن اجتذابها للعمل في مواقع مشتركة، لكن استضافة هذه الشركات في الحرم الجامعي تتطلب المرونة والوضوح. فكما تحتاج الجامعات لأن تكون في المقدمة فيما يتعلق بأهدافها وتطلعاتها، تحتاج أيضًا إلى آليات لإزالة المشاركين الذين قد يكون من المفيد إبعادهم إلى بيئات أكثر تقليدية. على سبيل المثال، قمنا بعرض عقود لإيجار معمل مدةً قصيرة -ستة أشهر- قابلة للتجديد. في المستقبل، يمكن أن يعتمد تجديد عقد الإيجار في «بايوفرونتيرز» أيضًا على كيفية تفاعل الشركات مع الأكاديميين في الجوار، من خلال توجيه الطلاب على سبيل المثال.

إنّ تأجير مساحة للشركات يضع الجامعات في موقف محرج في بعض الأحيان، باعتبارها المالك الذي يحتاج إلى تقييم المستأجر المحتمل من حيث قدرته على الوفاء بالتزاماته المادية وغيرها. وقد حدث بالفعل أن شركة صغيرة تركت المعمل بعد أقل من شهر، بسبب عدم وصول تمويل كان متوقعًا.

ساعة الراحة

يجب أن تكون العادات والمباني محفزة للتفاعل. ففي مبنى «بايوفرونتيرز»، يتشارك الباحثون الأكاديميون وباحثو الشركة مقهى ومساحات مشتركة. فالمعامل والمكاتب مرتبة بحيث يضطر الأشخاص إلى العبور خلال ممر رئيس للوصول من مكان لآخر، مما يشجع حدوث محادثات في الأروقة. تقوم أسبوعيًّا شركة أو مختبر أكاديمي باستضافة «ساعة للراحة» يمكن أن يحضرها أي شخص في المبنى، كما توجد أيضًا ألواح للكتابة في الممرات، حيث يمكن أن يتحول التفاعل العفوي بسرعة إلى مخطط لفكرة.

سيكون الموقع المشترك أكثر نجاحًا في البيئات الأكاديمية التي تقدر بشكل صريح ريادة الأعمال وأنشطة البحوث المتعددة (على سبيل المثال، عند تعيين أعضاء هيئة التدريس أو تقييمهم من أجل ترقية أو تثبيت في وظيفة)، وحيث تتوافر الموارد اللازمة لرعاية المجتمع ولدعم فريق القيادة المشرف على البرنامج. فالشركات الناشئة ستكون أكثر قابلية للاستفادة من فرص الموقع المشترك إذا كانت هناك منح وأموال مبدئية متاحة لدعم الإيجار، وإذا توفرت المرافق الأساسية، وإذا كان من السهل إقامة تعاون بحثي مع الجامعة. وبشكل أساسي، يجب على الجامعة أن تنظر إلى الشركات بوصفها شريكة في مهمة البحث والتعليم، وليس مجرد مصدر إضافي للدخل.

> «يجب على الجامعة أن تنظر إلى الشركات بوصفها شريكة في مهمة البحث والتعليم».

البيئة الجامعية

نعتقد أن التفاعل اليومي بين التعليم والبحوث والمشروعات الناتجة عن الموقع المشترك سيربط الجامعات بمجتمعاتها، ويجعلها أكثر ملاءمة للطلاب وأولياء الأمور الذين يدفعون الرسوم الدراسية. ستصبح المواقع المشتركة جاذبة لأعضاء هيئة التدريس المنظِّمين للمشروعات، وحملة الدكتوراة، والطلاب، وكذلك للشركات التي تتطلع لتوظيف المواهب الجديدة.

سيصبح تقاطع الأوساط الأكاديمية مع الصناعة أكثر سلاسة مع بحث أعضاء هيئة التدريس عن المزيد من السبل لجعل اكتشافاتهم ذات مغزى، ومع رغبة الطلاب في قيمة أكبر لشهاداتهم، ورغبة الشركات في المزيد من الإضافات لتطوير القوى العاملة لديها. وسيكون المقيمون الصناعيون جزءًا من البيئة الجامعية في المستقبل. ■

جانا جيه. واطسون كابس هي المدير المساعد لمعهد بايوفرونتيرز في جامعة كولورادو بولدر، الولايات المتحدة. **توماس آر. تشيك** هو أستاذ الكيمياء والكيمياء الحيوية في جامعة كولورادو بولدر ومدير معهد بايوفرونتيرز.
البريد الإلكتروني: jana.watson-capps@colorado.edu

1. Schachter, B. *Nature Biotechnol.* **30,** 944–952 (2012).
2. Grimaldi, R. *et al. Res. Policy* **40,** 1045–1057 (2011).
3. Perkmann, M. *et al. Res. Policy* **42,** 423–442 (2013).
4. Zinner, D. E. *et al. Health Aff.* **28,** 1814–1825 (2009).
5. D'Este, P. & Perkmann, M. *J. Technol. Transfer* **36,** 316–339 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

DETLEV VAN RAVENSWAAY/SPL

يمر كويكب أسبوعيًّا ـ على الأقل ـ مما يبلغ عرضه حوالي 10 مترات على مسافة تساوي بعدنا عن القمر (انطباع فنان).

ابحثوا عن كويكبات؛ للوصول إلى المريخ

إنّ استرجاع كويكب هو محض إلهاء للفكر، حيث إنّ هناك خطوات أفضل يمكن اتخاذها؛ لإكثار السفر بين الكواكب، حسبما يقول **ريتشارد بي. بينزل.**

إنّ إعداد رحلات إلى ما بين الكواكب سوف يكون بمثابة القفزة العملاقة القادمة للإنسان في الفضاء. ومع ذلك.. يبدو أن توافق الآراء حتى بشأن أصغر الخطوات إلى الأمام، لا يزال بعيد المنال. ففي يونيو الماضي، ألقى تقريرٌ[1] لمجلس البحوث الوطني الأمريكي الضوءَ على عديد من الخيارات، ولكنه لم يقدم أية توصيات تتعلق بالعودة إلى القمر، أو التوجه مباشرة نحو المريخ، أو اقتلاع صخرة من كويكب، وجذبها لمدار قمري، ليتسنَّى لرواد الفضاء العاطلين الذهاب إلى مكان ما، أو القيام بشيء ما. إذًا، لا بد أن تقرِّر «ناسا» أي مسار ستتبعه، قبل إعلان ميزانية الرئيس باراك أوباما في يناير 2015.

هناك خيارات قد تكون أفضل من غيرها، إذ تتطلب تكلفة استكشاف فضائي مأهول برواد فضاء قياس كل عنصر من حيث قيمته، وصولًا إلى الهدف النهائي، ألا وهو المريخ، لكن الأولوية القادمة المعلَنة لـ«ناسا» لن تسهم في ذلك الهدف. إن بعثتها لإعادة توجيه كويكب "إيه آرإم" (ARM)[2] حيلة بملايين الدولارات؛ لقنص جزء من كويكب، وجلبه قريبًا من الأرض؛ ليتمكن رواد الفضاء من الوصول إليه. سيتطلب ذلك مركبة فضائية ملحقة؛ لتوصيل شيء من اثنين.. إمّا حقيبة التقاط ضخمة، أو أداة مُفرطة في تعقيدها. وأيّ تقنية من التقنيَّتين ليست مفيدة في توصيل الإنسان إلى المريخ.

هناك طريقة أفضل.. إذ تمر الآلاف من الكويكبات ـ بحجم عربات الشحن، وأكبر ـ سنويًّا على مسافة تساوي تقريبًا بُعدنا عن القمر، والعديد منها ـ مثل كويكب سبتمبر الوشيك 2014 RC ـ يقترب أكثر. سنحتاج إلى العثور عليها مبكرًا بوقت كاف، لتتاح فُرَص وفيرة لبعثات ذات أطقم بشرية.

هذه البوابة لاستكشاف الفضاء المأهول تتطلب ثلاثة أشياء: مسحًا شاملًا للكويكبات؛ للعثور على آلاف من الأجسام القريبة المناسبة للزيارة بواسطة رواد الفضاء؛ وزيادة الفترة الزمنية للرحلة وقدرة الوصول إلى نطاقات مستمرة في التزايد نحو المريخ؛ وتطوير مركبات وأدوات آلية أفضل؛ لتمكين رواد الفضاء من استكشاف كويكب، بغض النظر عن حجمه، أو شكله، أو سرعة دورانه. ستوفر دراسة الكويكبات أيضًا تقييما حذرًا طال انتظاره عن مخاطر الارتطام المستقبلية.

المارّة

تدور الكويكبات حول الشمس، ومعظمها في حزام الكويكبات بين المريخ والمشترى، وتدفع جاذبية المشترى، وقوى أخرى، القليل منها في مسارات تمر على بعد 40 مليون كيلومتر من الأرض. يبلغ عرض أكبر هذه الكويكبات القريبة من الأرض (NEAs) حوالي 30 كيلومترًا، رغم أن معظمها يبلغ أمتارًا. أصغر الأجسام هو الأكثر عددًا، وتصطدم هذه الأجسام بالأرض كثيرًا، وتتساقط أطنان من بقايا الحُبَيبات والحصوات من الفضاء يوميًّا؛ ويرتطم القليل من الأجسام البالغ حجمها مترًا سنويًّا.

أظهر الكويكب البالغ طوله 20 مترًا ـ الذي أضاء السماء وحطَّم النوافذ في تشيليابينسك، في روسيا ـ في عام 2013 الحد الفاصل بين مجرد إلقاء النيازك، وتشكيل خطر كبير. فهناك انفجار هوائي شبيه بانفجار تشيليابينسك يحدث في مكان ما على الأرض كل 50 عامًا في المتوسط، وعادةً فوق المحيطات. إن ارتطام كويكب بعرض 10 كيلومترات ـ كالذي ضرب الأرض في نهاية العصر الطباشيري ـ حدث يتكرر ـ لحسن الحظ ـ مرة كل مئة مليون عام[3].

إنّ الكويكبات يمكن أن تكون صديقًا، لا عدوًّا، حيث تم اعتبار الكويكبات القريبة من الأرض ـ لما يقرب من أربعة عقود[4] ـ وجهات لرحلات فضاء بشرية أيسر منالًا من سطح القمر. وبسبب مجالات جاذبيتها الضئيلة، يستلزم لقاء مع كويكبٍ ما مجرد الصعود والتحليق بجانبه، دون الحاجة إلى مركبة هبوط مخصَّصة.

الكويكبات التي تمر مداراتها بين الأرض والمريخ تقدِّم نطاقًا من الوجهات البارزة لاختبار قدرات المسافة والفترة الزمنية لرحلات الفضاء البشرية. قد تستمر البعثات الأولى لأسابيع، ولا تذهب بعيدًا؛ وقد تستمر الرحلات اللاحقة شهورًا، وتغامر إلى مسافات أبعد تدريجيًّا في الفضاء بين الكواكب، مُثْبِتَةً أن المريخ في متناول أيدينا.

اعترف فريق العمل الرئاسي[5] في عام 2009 بالكويكبات القريبة من الأرض كخيار منخفض التكلفة، وقابل للإنجاز على طول هذا «الطريق المرن» إلى المريخ. وقد حدد أوباما المسار بلطف بذِكْر كلمة (كويكب) وعام (2025) في خطاب ألقاه أمام حشد من العاملين بالفضاء في إبريل 2010. وعلى الرغم من كون هذا الخطاب همسًا تقريبًا، مقارنةً بعِظَة الرئيس جون كينيدي في مايو 1961 للذهاب إلى القمر، أخذ مخططو «ناسا» كلمات أوباما بمثابة توجيه.

سرعان ما ثبت الواقع.. فوصول الإنسان إلى أي كويكب معروف بقربه من الأرض في منتصف العقد الثالث من الألفية خارج نطاق وميزانية نظم الرحلات الناشئة. لذا.. تم تدبير مخطط بعثة إعادة توجيه كويكب "إيه آر إم"، بدلًا من إرسال الرواد إلى الكويكب. دعونا نجلب قطعة منه إلى النطاق المتوقَّع أن يصله طاقم في عام 2025. سوف تقبض على الغنيمة مركبةُ دَفْعٍ بدون طاقم تعمل بالطاقة الشمسية، وتجرها عائدةً إلى مدار قمري، حيث يمكن لرواد الفضاء المنطلِقين بشكل منفصل استكشافها.

هل تم إنجاز المهمة؟ من وجهة نظري، إطلاقًا. فالأجهزة وعمليات التقاط كويكب واحتوائه وإعادة توجيهه هي عناصر طريق مسدود، دون أية قيمة في السفر الفضائي بواسطة طاقم لمدة زمنية طويلة[1]. سيكون توصيل وحدة إمدادات إلى الفضاء القمري وسيلة أكثر منطقية لإثبات قوة دفع الوقود الشمسي، والحفاظ على سلامة رواد الفضاء. البديل المضبوط لإلهاء الناس بحيلة واحدة باهظة التكلفة، هو أن نشرح لهم أن الوصول إلى المريخ يتطلب الصبر والتقدم الدؤوب في القدرات.

إنّ الحجج شديدة الضعف، في رأيي، هي تلك القائلة إن "إيه آر إم" يمكنه تقديم معلومات جديدة مهمة ◄

◄ بخصوص مخاطر الارتطام أو موارد الفضاء. سيكون الهدف "إيه آر إم" بالكاد ربع حجم تشيليابينسك، وواحدًا في المئة من كتلته (أي أصغر من أن ينجو من المرور بالغلاف الجوي). وفكرة أننا قد ننتفع قريبًا باستخلاص الماء أو وقود الصواريخ من كويكبٍ هي مجرد فكرة وهمية، بسبب تكلفتها الخيالية وتعقيدها.

بوابة الاستكشاف

تحتاج «ناسا» إلى خطة أكثر واقعية. فإعادة تكريس الجهود للمريخ ـ كهدف طويل المدى ـ ضرورية بشكل واضح (مستقلة عن أي قرار بخصوص العودة إلى القمر). والكويكبات القريبة من الأرض هي الأحجار الأسهل وصولًا بين الكواكب نحو المريخ، فلماذا نجلب كويكبًا، بينما يمكننا انتظار أحدها ليأتي بالقرب منا؟

هناك الكثير لنختار منه (انظر: «متطلبات البعثة»). نحن نعرف حاليًّا أن الأجسام الألف تقريبًا، البالغة عشرات الأمتار وأكبر[6]، التي تمر على مسافة تساوي عدة مرات المسافة إلى القمر، ما هي إلا غيض من فيض (انظر: go.nature.com/9db89t). تنتظر حوالي عشرة ملايين من تلك الأجسام اكتشافها في مدارات تمر بين الأرض والمريخ؛ حيث يمر واحد أو أكثر داخل مدار القمر أسبوعيًّا. وحتى الآن، كُشِفْنا بالكاد عن 0.1% منها، لأن شبكة استطلاع الكويكبات لدينا ليست على مستوى المهمة.

الكويكبات ذات المواقع المثالية للاستكشاف هي أيضًا من ضمن تلك التي تمثل مخاطر ارتطام محتملة للأرض. «اعثروا عليهم قبل أن يعثروا علينا».. هذا هو شعار علماء الكواكب[3,7] والتقارير الوطنية[8,9] منذ عقود. مع ذلك.. لم يموِّل أيٌّ من الكونجرس الأمريكي أو «ناسا» استطلاعًا منظاريًّا مخصصًا كبيرًا. هذا.. وتنفق «ناسا» مجرد نسبة ضئيلة من ميزانيتها ـ 20 مليون دولار أمريكي سنويًّا ـ على البحث باستخدام مصفوفة عشوائية من المرافق الفلكية المُعَاد تكييفها.

الاستطلاعات الحالية أيضًا غير كافية لإنفاذ القانون الأمريكي. فقانون استطلاع الأجسام القريبة من الأرض لجورج إي. براون الابن لعام 2005 يتطلب أن تعثر «ناسا» على 90% من الكويكبات الخطرة البالغة 140 مترًا ـ أو أكبر ـ بحلول عام 2020، وهو هدف لن يتحقق بدون زيادة الاستثمار بشكل كبير. إنه تحدٍّ كبير يتطلب التزامًا كبيرًا من جانب وكالة الفضاء، والرئيس، والكونجرس: 200 مليون دولار سنويًّا. وهذه الميزانية ـ مقارنةً ببرنامج «ناسا» الجديد «حدود جديدة» New Frontiers، الذي أرسَل مجسّات بدون طاقم إلى كواكب المجموعة الشمسية ـ ستسمح باستكمال الاستطلاع خلال عقد بجزء بسيط من تكلفة «إيه آر إم» المتوقع بلوغها عدة مليارات من الدولارات.

بمجرد أن يتمكن الإنسان من الوصول إلى كويكب واحد في مداره الأصلي، ستنفتح البوابة؛ ليكون الوصول ممكنًا إلى المزيد من المئات (إنْ لم تكن الآلاف)، مما يتيح ظهور برنامج استكشاف مستقر في أواخر العقدين الثالث والرابع من الألفية. ومن الممكن البدء في تقييم التنمية التجارية المتعلقة بموارد الفضاء؛ لاختيار المرشحين، حتى منتصف هذا القرن تقريبًا.

إنّ مركبات التحكم الآلي («روفز» ROVs) ستحتاج إلى التطوير؛ لاستكشاف الكويكبات، كما سيحتاج رواد الفضاء في مدار حول سطح المريخ ـ أو عليه ـ أن يتحكموا في أدوات العمل الآلية. فغالبية الكويكبات غير منتظمة الشكل، ومتناثرة الصخر، وتترنح في مداراتها. وليس لدينا سبب لنتوقع أن يكون لكويكب يمكن الوصول إليه دورانٌ بطيء ومستقر، وسطح آمِن وأملس، يرحِّب ببدلة فضاء. يمكن توجيه مركبات التحكم الآلي ـ مثل تلك المستخدَمة للاستكشاف تحت الماء ـ من وحدة الطاقم الرئيسة لتنفيذ الاستقصاءات في الموقع. ويمكننا استكشاف هذه العوالم بواسطة مجموعة من أذرع أو أجهزة تثبيت، للحصول على موطئ قدم ضروري للعمل تحت الجاذبية الضعيفة والقدرة على العمل لساعات أطول من المتاح في عملية سير في الفضاء.

تحدٍّ كبير

بنهاية هذا الشهر (ديسمبر)، سيتم تشكيل ميزانية أوباما لعام 2015. وتحتاج «ناسا» إلى القيام باختيار واضح بشأن أولوياتها، وعليها ترك مبدأ بعثة «إيه آر إم»، ووضع استطلاع الكويكبات في قمة أولوياتها؛ لتوفر قاعدة للبعثات ذات الطاقم البشري المستقبلية.

لابد لإدارات «ناسا» للاستكشاف البشري، وتكنولوجيا الفضاء، والعلوم، وغيرها، أن تجمع مواردها؛ لمواجهة التحدي الكبير المعلَن عنه للوكالة. ويجب على الكونجرس والبيت الأبيض تمويل سلسلة جديدة من البعثات التي تحتضن النتائج المتضافرة للاستكشاف، والتكنولوجيا، والعلوم؛ من أجل صالح البشرية.

> **«لماذا نجلب كويكبًا، بينما يمكننا انتظار أحدها ليأتي بالقرب منا؟»**

يجب على برنامج «بعثة التحدي الكبير» هذا أن يدعم رحلات الفضاء البشرية، ومستقبل النوع البشري. ويجب التخطيط له على طريقة – وبميزانية – شبيهة ببرنامج «حدود جديدة» لمجسات الكواكب، التي كلف كل منها أقل من 800 مليون دولار، والتي اختيرت من خلال المنافسة. إن التعريف المسبق سوف يفيد في دفع عجلة التنمية في الصناعة والأوساط الأكاديمية، ويقود إلى أفكار أفضل؛ ويعظِّم التخطيط طويل الأجل. إنّ الاختيار التنافسي للمقترحات سوف يضمن العائد الأكثر فاعلية وتأثيرًا للتكلفة بالنسبة إلى المستثمرين من دافعي الضرائب.

يجب استكشاف ثلاثة مبادئ متعلقة بالكويكبات: مَسْح الكويكبات؛ للعثور على سلسلة من الوجهات البشرية على الطريق إلى المريخ، مع استيفاء متطلبات قانون الاستطلاع لعام 2005؛ والمنافسة لاختبار الطرق الآلية لتشتيت كويكب، التي من الممكن أن يَعتمد عليها بقاء الحضارة يومًا ما؛ ومنافَسة أخرى لاختبار الطرق الآلية؛ لاستخلاص الماء، أو استخراج الموارد القيِّمة الأخرى من الكويكبات التي قد تسهم في استمرار رحلات الفضاء البشرية لعقود من الزمن، بدءًا من الآن.

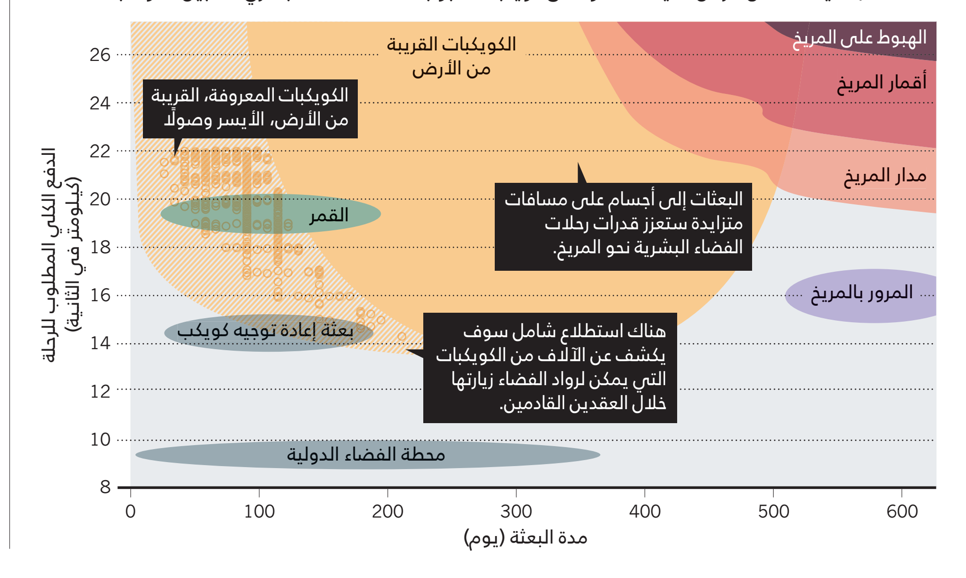
إنّ «ناسا» تحتاج إلى العودة إلى المسار الصحيح؛ لتحقيق القفزة العملاقة القادمة للبشرية في الفضاء. ■

ريتشارد بي. بينزل أستاذ مشارِك، متخصِّص في عِلْم الكواكب والطيران والملاحة الفضائية في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بكمبريدج، ماساتشوستس، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: rpb@mit.edu

1. National Research Council *Pathways to Exploration: Rationales and Approaches for a U.S. Program of Human Space Exploration* (National Academies Press, 2014).
2. NASA *Asteroid Initiative Opportunities Forum: Update on Asteroid Redirect Mission* (NASA, 2014); available at go.nature.com/cu63ol.
3. Yeomans, D. K. *Near-Earth Objects: Finding Them Before They Find Us* (Princeton Univ. Press, 2013).
4. Shoemaker, E. M., Williams, J. G., Helin, E. F. & Wolfe, R. F. in *Asteroids* (ed. Gehrels, T.) 253–282 (Univ. Arizona Press, 1979).
5. US Human Spaceflight Plans Committee *Seeking A Human Spaceflight Program Worthy of a Great Nation* (NASA, 2009).
6. Barbee, B. *et al.* in *Proc. IAA Planet. Def. Conf. 2013* IAA-PDC13-04-13 (2013).
7. Chapman, C. R. & Morrison, D. *Nature* **367**, 33–40 (1994).
8. National Research Council *Defending Planet Earth: Near-Earth Object Surveys and Hazard Mitigation Strategies* (National Academies Press, 2010).
9. NASA Advisory Council *Report of the Ad-Hoc Task Force on Planetary Defense* (NASA, 2010).

متطلبات البعثة

ستتطلب البعثة إلى كويكب قريب من الأرض دفعًا أقل ومدة أقصر من بعثة بشرية إلى المريخ. وهناك أقل من 1% من الكويكبات الأيسر وصولًا معروف حاليًّا (الدوائر الصفراء)، لكنّ استطلاعًا مخصَّصًا (يملأ المنطقة الصفراء المخططة) سيكشف عن فُرَص عديدة للخطو على كويكبات، كبوابة للاستكشاف البشري لما بين الكواكب.



SOURCE: BRENT W. BARBEE/NASA GODDARD SPACEFLIGHT CENTER



خلال الحرب العالمية الثانية، كانت مكافحة الملاريا والوقاية منها تمثل مشكلة كبيرة للجيش الأمريكي

BETTMANN/CORBIS

الصحة العامة

حــروب الملاريــــا

يشيد **روبرت سيدر** بتوثيق لمشروع أمريكي سري إبان الحرب العالمية للقضاء على المرض.

للملاريا تاريخ طويل وحاضر مميت: فهي تتسبب في وفاة ما يقرب من مليون شخص كل عام، معظمهم من الأطفال في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. على مدى العقد الماضي، انخفض معدل الوفيات من هذا المرض –الذي يسببه طفيل الملاريا (المُتَصَوِّرَة) وينتقل عن طريق البعوض– بسبب استخدام الناموسيات وتدابير الصحة العامة الأخرى المدعومة من حملة «رول باك ملاريا» التابعة لمنظمة الصحة العالمية ضمن حملات أخرى.

غير أن فعالية هذه التدابير صارت غير مؤثرة، وأصبح المرض مقاومًا للعقاقير مثل العلاجات القائمة على عقار أرتمسينين. من المقرر في عام 2015 اختبار أول لقاح (RTS,S) لشركة جلاكسو سميث كلاين للموافقة على استخدامه في أفريقيا، فهو يمنح حماية بنسبة 30-50% تتراجع بمرور الوقت. في ضوء ما فات، فإن النظر إلى عمق التقنيات التاريخية مع المرض مفيد للغاية.

تظهر هذه التصوُّرات جلية في كتاب «مشروع الملاريا»، وفق ما توثقه الصحفية العلمية كارن ماسترسن من مخطط الحرب العالمية الثانية السري الذي أداره البيت الأبيض ووزارة الدفاع الأمريكية. ففي أربعينيات القرن الماضي، استعان المشروع بنخبة العلماء والأطباء لإيجاد علاج للملاريا –في الوقت الذي كان فيه المرض يفتك بالقوات الأمريكية– ونجحوا في فصل عقار الكلوروكين الآمن والفعال.

وكما تبين ماسترسن، تميل الحرب المعاصرة ضد المرض بشكل كبير نحو تطوير العقاقير واللقاحات التي تحمل طابع المشروع الماضي.

اكتشفت ماسترسن المشروع في عام 2004 في رسالة محفوظة في إدارة المحفوظات الوطنية الأمريكية. في عام 1943 وصف الطبيب جورج كاردن خطة لاختبار عقاقير مضادة للملاريا على مرضى في مستشفى للأمراض النفسية في بوسطن، ماساتشوستس. كان كاردن مشاركًا في مشروع الملاريا، ويعمل مع الكيميائيين وعلماء الحشرات والمناعة والأطباء لتقييم ما يقرب من 14,000عقار للملاريا.

تروي ماسترسون كيف تطور الفهم العلمي للملاريا. على سبيل المثال، عمل رائد المشروع –اختصاصي الأمراض الاستوائية لويل كوجيشال– على مكافحة البعوض في بِنى القنوات والسدود منذ عشرينيات القرن الماضي، وبقيت ملحوظاته –مثل أن العلاج لا يمنع الإصابة مرة أخرى– مفيدة. لكن اختصاصي الكلى السويدي ألف ألفينج كان هو صاحب اكتشاف الكلوروكين.

مشروع الملاريا: المهمة السرية لحكومة الولايات المتحدة لإيجاد علاج مُعجز
كارن إم. ماترسون
نيو أمريكان لايبراري 2014

لا يمكن استنبات الملاريا في المستزرعات المخبرية، لذلك كان اختبار هذه العقاقير يُجرى على متطوعين من البشر، متضمنًا ذلك المعترضين على الخدمة العسكرية وطلاب الطب. وُضع المنهج عام 1917 في بحث يوليوس واجنر ياوريج –الطبيب النفسي النمساوي– الذي اكتشف أن بعض المرضى بالزهري المتقدم (المتوقع موتهم) يمكن شفاؤهم إذا نُقل لهم دم مأخوذ من المصابين بالملاريا.

في الدراسات المصيرية التابعة لمشروع الملاريا، جند ألفينج السجناء في سجن ستاتفيل في ولاية إيلينوي ليقوموا بدور المساعدين، ولتُجرى عليهم تجارب للمركبات التي كانت آمنة وواقية في الاختبارات على الحيوانات. وقد مارس ضغوطًا ليحصل السجناء الذين اختبروا العقاقير على أعلى تعويض وشهادات تقدير ليستخدموها في جلسات الإفراج المشروط، كما ساعدهم في الحصول على وظائف بعد الإفراج عنهم. هذا وكان أحد المساعدين لألفينج هو القاتل سيئ السمعة ناثان ليوبولد.

نتج إنجاز ألفينج عن دراسة SN-7618، وهو مركب يمكن أن يُعطَى مرة واحدة أسبوعيًّا مع الحد الأدنى من السُّمِّيَّة. ومن المفارقات، صُنِع المركب الأساسي، سُنتوكين، في باريس المحتلة من قبل النازيين، ونُقل للجيش الأمريكي بواسطة مسعفي جمهورية فيشي. لكن ألفينج وجد أن تغيير الجرعة والفترات بين الجرعات يمكنه علاج الملاريا، فأصبح الكلوروكين هو العلاج القياسي حتى طورت سلالاتٌ معينة من طفيل الملاريا المقاوَمةَ له. ولا يزال المتطوعون من البشر يختبرون لقاحات الملاريا لأجل الوصول إلى مثل هذه الأدوية الفعالة الآمنة التي يمكنها معالجتهم من العدوى المسيطرة.

كانت حصيلة الخسائر في صفوف القوات الأمريكية أحد الأسرار التي كشفها مشروع الملاريا: نحو نصف مليون جندي أمريكي أصيبوا خلال الحرب العالمية الثانية على سبيل المثال. الأمر الذي جعل دوجلاس ماك آرثر -قائد قوات الحلفاء ضد اليابان- يدرك أن الملاريا تضعف القوات، فأطلق عمليات لمكافحتها. وعلى العكس من ذلك، أظهر جورج باتون في قيادة القوات في إيطاليا تعاطفًا بسيطًا مع الجنود المصابين ولم يتخذ أية تدابير –حتى عندما أغرق أدولف هتلر الأراضي ليزيد من تكاثر البعوض.

استحوذ مشروع الملاريا أيضًا على الدور الرئيس لمعهد روكفلر الأمريكي، ومؤسسة روكفلر للأبحاث الطبية (جامعة روكفلر حاليًّا). فبدلاً من البحث عن رصاصات سحرية، ركز على القضاء على الملاريا من خلال الصحة العامة وكفاءة النفقات. اليوم، تخطط مؤسسة بيل وميليندا جيتس (التي أتلقى بعض التمويل منها) لاستخدام تدابير الصحة العامة -فضلاً عن العقاقير واللقاحات- في استراتيجية القضاء على الملاريا.

مكافحة البعوض، وتحسين التعليم، والتنمية الاقتصادية، تظل هي المحاور الأساسية. ولكن بعد أكثر من 60 عامًا من إنجاز ألفينج، سيكون التقدم الأكثر أهمية ناتجًا عن تطوير لقاحات آمنة وفعالة ودائمة للوقاية من الملاريا، وعلاجات دوائية للقضاء عليه. ■

روبرت سيدر هو رئيس قسم المناعة الخلوية في مركز أبحاث اللقاحات التابع للمعاهد القومية الأمريكية للصحة في بيثيسدا بولاية ميريلاند.
البريد الإلكتروني: rseder@mail.nih.gov

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


AHMED MOURAD

س و ج أحمد خالد توفيق

أحد رواد أدب الخيال العربي

بالرغم من المحاولات الكثيرة لتقديم «أدب الخيال» باللغة العربية، كان أكثرها قبولًا عند القراء كتابات أحمد توفيق، أستاذ طب المناطق الحارة بطب طنطا بمصر. قدَّم توفيق على مدار سنواتٍ العديدَ من القصص المسلسلة، ما بين أدب الرعب، والخيال العلمي، والفانتازيا، وهو أوّل مَنْ قدَّم قصص المغامرات الطبية medical thriller، بالإضافة إلى كتابة الروايات. وتحظى كتاباته برواج كبير، خاصة بين الشباب في بلده مصر.

كيف كانت بدايتك مع الكتابة؟

كانت بداياتي الأولى مع فن القصة القصيرة، متأثرًا بالواقعية الاشتراكية، بسبب قراءتي للكثير من الأدب الروسي في مراحل مبكرة من حياتي، لكنّي لم أستمر في هذا الاتجاه عندما جرَّبْتُ النشر مرة؛ فلم أحظ بالقبول ـ خاصة أنني شديد الحساسية ـ فقررت أن أبتعد عن مساحة الواقعية، التي تتسم بالتنافس الشديد عليها، وتزامن ذلك مع اكتشافي لأدب الرعب، الذي أبهرني. ولأنه لم يكن منتشرًا في الأسواق المصرية بالقدر الكافي في تلك المرحلة؛ فقد قررتُ أن أخوض تجربة كتابة أدب الرعب، فكنت في البداية أكتب تلك القصص لمتعتي الشخصية. ومع مرور الوقت، أُتيحت لي قراءة المزيد والمزيد في ذلك الاتجاه؛ مما فتح لي آفاقًا أوسع في الكتابة.

ما هي أكثر العوامل التي أثَّرت فيك ككاتب؟

تأثرْتُ بالعديد من الأدباء الروس، كما ذكرت من قبل، وبكُتُب مارك توين وبرنارد شو الساخرة، وبالطبع سومرست موم، ومن المصريين.. يوسف إدريس، ونجيب محفوظ، ويحيى حقي، والكاتب الساخر محمد عفيفي. كما تأثرت بكثيرين.. لم يكونوا أدباء، لكنهم أضافوا إليَّ الكثير، مثل مقالات سامي السلاموني عن السينما التي أثّرت أسلوبي الأدبي، وكُتُب د. جلال أمين الاقتصادية، وكُتُب محمد حسنين هيكل السياسية، التي أسهمت في بناء خلفية ساعدتني على الكتابة الأدبية. وأعتقِد أن الأدباء الأطباء يتأثرون بمجال دراستهم إلى حد كبير، فدراسة الطب تزيد مِن فَهْم الكاتبِ للطبيعة الإنسانية بصورة كبيرة. وفي النهاية، صنعَت كلُّ تلك العوامل أسلوبًا خاصًّا بي يميزني، لكنك تستطيع أن تشم رائحة كل مَنْ ترك أثرًا بي في أجزاء مما أكتب.

من أين كنت تحصل على المعلومات اللازمة لتقديم سلسلة غنية بشخصيات متعددة التفاصيل والأصول، مثل ما أوردته في «ما وراء الطبيعة»؟

دائمًا ما أصف نفسي بأنني لست ذكيًّا أو مثقفًا بالمعنى الحرفي للكلمتين، ولكني «أمين مكتبة عقلية» يجيد عمله، فقد قرأت أكثر مما يتخيل أحد، ودائمًا أستطيع التذكر أين أجد المعلومة، وفي أيّ كتاب قرأتها، وكيف أسترجعها. فقد كانت تلك المهارة مهمة للغاية قبل عصر الإنترنت، أنْ تحفظ مكتبتك عن ظهر قلب. ومن ناحية أخرى.. أحرص دائمًا على تدوين أفكاري التي تعينني على الكتابة، وإضافة التفاصيل بشكل كبير، حتى إنّ أرشيف أفكاري قد تجاوز الآن 600 صفحة مكتوبة.

لماذا يكون معظم أبطالك أشخاصًا عاديين، لا يشبهون أبطال روايات المغامرات المشهورة؟

لا أحب أبطال قصص المغامرات مفتولي العضلات، الذين يجيدون كل شيء، ويتمتعون بمهارات غير عادية. ولذلك.. قررت أن يكون الأبطال أشخاصًا عاديين، وهو أمر ليس من اختراعي، بل هناك العديد من الأبطال لهم هذا الشكل، مثل المفتش كولومبو، أو هيركيول بوارو. وربما يكون ذلك الاتجاه قد جذب قطاعًا كبيرًا من القراء، الذين يفضِّلون أبطالًا عاديين، يستطيع الشخص العادي أن يرى نفسه فيهم.

لماذا لم تكمل سلسلة WWW.؟

تنتمي تلك السلسلة إلى نوع من الخيال العلمي، يُسمى سايبَربنك Cyberpunk، وامتنعت عن استكمالها، عندما وجدت نفسي ألهث وراء كَمّ المعلومات في هذا المجال ـ وتحديثها بالطبع ـ التي قد تكون معلومات بديهية عند بعض قرائي من الشباب الصغير.

هل ما زلتَ تمارس الطب بجانب الكتابة؟

لا أمارس الطب بالعمل كطبيب في عيادة حاليًّا، لكني ما زلت أقوم بالتدريس في الجامعة، فأنا من المؤمنين بأنّ (صاحب بالين كذاب)، فالطب والكتابة مهنتان شاقّتان، من الصعب الجمع بينهما.

ما هي مشروعاتك القادمة؟

لقد قررت التوقف عن كتابة الروايات المسلسلة، أو تقليلها قدر الإمكان. لقد أرهقتني عشرون سنة من كتابة تلك السلاسل، لكني الآن أعمل على رواية جديدة، عنوانها «مثل إيكاروس»، وأستهدف بها شرائح أوسع من قرائي المعتادين.

هل ترى أن العالم العربي لا يُقْبِل على القصص الخيالية بقدر كافٍ؟

إن العالم العربي يُعَدّ حديث العهد بفن الرواية؛ ولذلك.. ليست هناك تجارب كافية في الفروع المتخصصة من فن الرواية. نحن ما زلنا في البدايات، ومن الطبيعي ألّا يكون الجمهور مقبلًا على أنواع الروايات المتخصصة التي لم يتعوّد عليها بعد، مثل الرعب، والخيال العلمي، على سبيل المثال. ومن ناحية أخرى.. قد تؤثر طبيعة المجتمعات على قبول فروع بعينها، مثل تأثير تأخُّر البحث العلمي في الوطن العربي على استساغة جمهور القراء للروايات التي تنتمي إلى هذا النوع من الكتابة.

ما هي النصيحة التي تودّ أن تقدمها إلى الشباب الروائيين الذين يبدأون مشوارهم؟

أنصحهم بالقراءة باستمرار.. وأن يتجه بعضهم إلى مساحة الخيال العلمي، التي أعتبرُها مهجورة، مقارنةً بأنواع الأدب الأخرى. ومَنْ يقرِّر منهم الخوض في ذلك الاتجاه، أنصحه أن يتناول الخيال العلمي بنظرة أكثر إنسانية، تضيف له الكثير من العمق، وأن يبتعد عن مساحات الأوبرا الفضائية التي استُهلكت كثيرًا. ■

أجرى الحوار: كريم الدجوي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ST BARTHOLOMEW'S HOSPITAL ARCH. & MUS./WELLCOME IMAGES

لوحة مائية من القرن التاسع عشر تُظْهِر آثار مرض الذئبة الحمراء، أحد أمراض المناعة الذاتية.

المناعة الذاتية

عندما يخونك جسدك

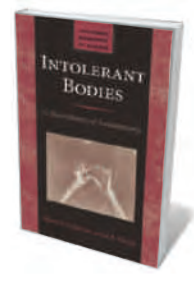
تقوم **تِيلِّي تانسي** بمسوح موثَّقة وتاريخية وغنية لتاريخ المناعة الذاتية.

يفتتح مؤلف كتاب «الأجسام الواهنة» كتابه بحادث مروع، حيث يذكر إصابة الروائي جوزيف هيلر بالشلل في عام 1981 في غضون ساعات قليلة، بسبب مرض المناعة الذاتية، متلازمة جياه باريه (Guillain Barre). أثناء هذه الحالة الفسيولوجية المروعة المشابِهَة لأحد فصول كتابه الكلاسيكي، قام نظام هيلر المناعي بمهاجمة نظامه العصبي المحيطي.

تفيد الإحصاءات بأنه في أيّ مجموعة من السكان، سيصاب حوالي 5-10% منهم - أغلبهم من النساء - بأحد أمراض المناعة الذاتية في مرحلةٍ ما من عمرهم. يعتمد المؤرخ ـ المدرب طبيًّا ـ واروِيك أندرسون، وعالم المناعة الإكلينيكية إيان ماكاي، في كتابهما «الأجسام الواهنة» على مصادر طبية وعلمية وتاريخية وأدبية؛ لتسليط الضوء على أربع حالات من مثل هذه الحالات: مرض السكري، والتهاب المفاصل الروماتويدي، والذئبة الحمراء، والتصلب المتعدد.

ظهر مصطلح «المنيع ذاتيًّا» للمرة الأولى في عام 1951، ومصطلح «المناعة الذاتية» في عام 1957، على الرغم من أنهما لم يكونا مقبولين عالميًّا آنذاك، ولا حتى الآن. فهناك بعض علماء المناعة الذين يفضِّلون مصطلح «التحسُّس الذاتي»؛ كما قال الراحل روبن كومبس، مبتكر أول اختبار محدد للأجسام المضادة لخلايا الدم الحمراء، الذي أعلن أنه على استعداد «لخوض قتال» لمعارضة مصطلح «المناعة الذاتية».

رَكَّزَ ماكاي وأندرسون بشكل أقل على الجلبة بشأن المناعة الذاتية في العقود القليلة الماضية، بينما قاموا بالتركيز على «البدايات التاريخية» لها، وظهورها، كمجال محدد من البحوث والممارسات الطبية. أدَّت دراسات أوائل القرن التاسع عشر عن الحمى إلى الاعتراف بأن الاستجابات الفسيولوجية الخاصة بالجسم يمكن أن تكون ضارة، كما حفَّزت نظرية الجراثيم ـ في وقت لاحق من القرن نفسه ـ على معرفة آليات الدفاع في الجسم. وقد كافح مشاهير الطب ـ مثل روبرت كوخ، وجوزيف ليستر ـ لفهم الآليات الأساسية، وعَزْل العوامل المسبِّبة، ثم جادل عالِم الأحياء الروسي إيليا



الأجسام الواهنة.. لمحة تاريخية موجزة عن المناعة الذاتية
واروِيك أندرسون وإيان آر. ماكاي
مطبعة جامعة جونز هوبكنز: 2014

ميتشنيكوف في ثمانينات القرن، بأن الخلايا الدوارة والبلاعم تقوم بهضم الخلايا الغازية. في النصف الأول من القرن العشرين، في مختبرات الصحة العامة وشركات الأدوية الأولى، حفَّز تطوير المعالجة بالمصل - لعلاج الأمراض المعدية، مثل الخناق، عن طريق حقن المصل من الحيوانات المحصَّنة ـ الكثير من الأبحاث عن جهاز المناعة.

يؤكد المؤلِّفان كيف أنه بعد الحرب العالمية الثانية حدثت زيادة في التمويل الحكومي والخاص؛ أدَّت إلى توسيع مختبرات الأبحاث، بما في ذلك مختبر هنري كنكل في معهد روكفلر في مدينة نيويورك، ومختبر ماكفارلين بيرنت في معهد والتر وإليزا هول في ملبورن، أستراليا، ومختبرات المؤسسات التجارية، مثل شركة «ميرك» العملاقة للأدوية. طوَّر الباحثون أدوات وتقنيات وأساليب، استنادًا إلى النهج الخلوي والجزيئي، فكشف بيتر مِداور في بريطانيا عن آليات الرفض بعد زرع الأنسجة، وأظهرت جولز فريند في مدينة نيويورك أن مستحلَبًا من زيت البارافين والمتفطرات الميتة - وهي العامل المسبِّب لمرض السل - قد عززت وأطالت التفاعلات المناعية في النماذج الحيوانية للمرض. وقد اعترف برنت، الذي تقاسم جائزة «نوبل» مع مِيداوار في عام 1960، بأن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إسهام فروبند كان بمثابة مفتاح للدراسة التجريبية عن المناعة الذاتية. أصبح الموضوع حينها على قمة جدول أعمال عديد من علماء الطب الحيوي، إذ اسهمت دراسة مجموعات فرعية من الخلايا الليمفاوية، ومستضدات الأنسجة البشرية، وعلم الوراثة لعوامل التوافق النسيجي جميعًا في فَهْم الآليات الخلوية، ووضع الاستراتيجيات التشخيصية والعلاجية لمجموعة من الاضطرابات، لكن «الأجسام الواهنة» هي أكثر مِن تاريخ للمفاهيم العلمية، والممارسات الإكلينيكية، والأنشطة التجريبية، فهي استكشاف لأسئلة أساسية، مثل: ما هي طبيعة النفس؟.. كيف ولماذا تفشل آليات الدفاع المتطورة للجسم في التعرف على خلاياها وأنسجتها، والبدء في تدميرها. يبني الباحثون هذه المناقشة المثيرة للاهتمام على مؤلَّفات المناعة، والفلسفة، وعلم النفس، والدين، إذ نقَّبوا في أفكار أشخاص معيَّنين، من أمثال الفيلسوف الفرنسي جاك دريدا، وعالِم الحشرات ديفيد نابيير، لانعكاساتها على التعاريف والحدود والقيود المفروضة على الذات.

إضافة إلى ذلك.. يكشف أندرسون وماكاي عن فَهْم متعمق لكيفية استخدام «التجربة العملية» لإضفاء الحياة على السيرة الذاتية للأمراض، إذ تُظْهِر التجارب الشخصية كيف توسعت مجموعة متنوعة من العلاجات التي وُضعت لتخفيف المرض، أو «الشفاء» منه، بالصورة نفسها التي كثرت بها النظريات حول أسباب الأمراض المزمنة والمُوهِنَة، التي لا يمكن تفسيرها. كان الشاعر الألماني هاينريش هاينه يعالَج في القرن التاسع عشر باستخدام العَلَق (ديدان ماصة للدم)، وأحواض الكبريت، والمورفين، لكن هذه لم تؤثر سوى بشكل قليل على الشكوى العصبية العدوانية التي يرى المؤلفان أنها كانت في الواقع بسبب تصلب الشرايين المتعدد. في عام 1957، كتبت الروائية الأمريكية فلانري أوكونور ـ التي أصيبت بالذئبة الحمراء ـ لصديقها قائلة: «في كل مرة يتم فيها اختراع شيء جديد، أخوض التجربة معهم من بدايتها. لقد حدثت تطورات جيدة في الطب»، لكن الستيرويدات دمَّرت عظامها أيضًا، مما تَسَبَّب في حالة من الثبات العلاجي الذي جعل سنواتها الأخيرة بائسة. كان الحال مروعًا بشكل خاص بالنسبة إلى كاتب اليوميات الإنجليزي دبليو. إن. بي. باربيليون (الاسم المستعار لبروس فريدريك كامينجز) ـ صاحب «يوميات شخص خاب أمله»، التي صدرت في عام 1919 ـ الذي تم تشخيص إصابته بالتصلب المتعدد في العشرينات من عمره؛ فبدأ في تخزين صبغة الأفيون، والإبقاء على مسدس بالقرب منه، ولكنْ قتله المرض بعد أقل من خمس سنوات من التشخيص.

بخلاف عديد من السير الذاتية، لا توجد نهاية أنيقة لكتاب «الأجسام الواهنة». فمع أكثر من 80 حالة يتم اعتبارها اليوم أنها مناعة ذاتية، يبقى التشخيص غير منتظم، والعلاج غير مُرْضٍ. وعلى الرغم من ازدياد ما فهمناه عن الآليات، إلا أن المحفِّزات المسبِّبة لا تزال غير معروفة، وبالتالي فإن تاريخ المناعة الذاتية لم ينتهِ بعد. ■

تِيلّي تانسي أستاذة تاريخ العلوم الطبية الحديثة في كوين ماري، جامعة لندن.
البريد الإلكتروني: t.tansey@qmul.ac.uk

ملخصات كتب



تشكيل المكان: كيف يعرف المخ مكان الأشياء

جنيفر إم. جرو، بلكناب (2014)

يُعَدّ توقيت هذه الدراسة عن النظام الملاحي للمخ موفقًا، مع مَنْح جائزة «نوبل» عن شهر أكتوبر 2014 لكل من جون أوكيف، وماي بريت موزر، وإدفارد موزر؛ لأبحاثهم في هذا المجال (انظر: *Nature* **514**, 154–157; 2014). توضح عالمة الأعصاب جنيفر جرو بمهارة العمليات الحسابية الذهنية، التي تتيح فَهْم تحديد المكان والحدود، مازِجَةً معًا مقتطفات حصيفة من التاريخ. إنّ الآليات تأسر الانتباه، مثل تحديثات المخ وفقًا لحركة العين، وكما هو الحال مع كشف جرو لحقيقة أن الخلايا العصبية تستطيع «أداء وظيفة مزدوجة» في مهام عديدة، مثل الإبحار في الحيِّز المكاني والذاكرة.



زمن النحل.. دروس من الخلية

مارك إل. وينستون، مطبعة جامعة هارفارد (2014)

أثارت تجربة العمل «الكاملة» في المناحل، بدايةً من طنين أجنحة النحل إلى نفحة العسل، لدى عالِم الأحياء مارك وينستون أفكارًا حول علاقة البشرية بالطبيعة. في هذه الرحلة الشخصية والعلمية التي نبحر فيها مع النحل في أعماق التاريخ، يطوف مارك على مبيدات الحشرات العضوية الفوسفورية، وانهيار مستعمرات النحل، والسيطرة على «قاتل» النحل الأفريقي، والمزيد من هذه الموضوعات. تَبْرُز الحشرات التي تتمتع بصفات «كاريزميّة» اجتماعيًّا، باعتبارها من أيقونات التماسك الاجتماعي، ورموزًا لتناقض قوة الطبيعة المشوبة بالهشاشة.



مخطط الحياة: علم وفن خلق الجنين

بِنِي شيلو، جامعة ييل (2014)

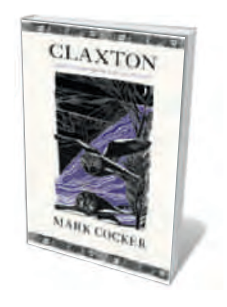
يميز «تحوُّل الشكل» المدهش في نمو الجنين، علمَ الأجنة باعتباره واحدًا من أكثر الدراسات المصوَّرة الآسرة في العلم. بشكل ملائم، تزخر الجولة المقتضبة للمختصّ في علم الوراثة والمصوِّر بيني شيلو، عن تطور المجال عبر الثلاثين سنة الماضية، بالصور المثيرة. يربط شيلو الصور العلمية معًا بلقطاته الخاصة الأخّاذة، التي اختارها لتوضيح النتائج بصورة مجازيَّة. وهكذا، فإن درجًا حلزونيًّا وظلَّه، في مقابل الجانب المضيء بضوء الشمس من مبنى ما، يحاكي تكاملَ تركيب الحمض النووي، في حين يصور نحتٌ بارزٌ على حجر كيف يتم قتل خلايا بصورة انتقائية لتشكيل أرقام.



كيف وصلنا للآن: ستة اختراعات شكَّلت العالم الحديث

ستيفن جونسون، ريفرهيد (2014)

في هذا التاريخ سريع الإيقاع للاختراع، يعيد الكاتب العلمي ستيفن جونسون صياغة مفهوم الوجود في كل مكان وزمان بالتركيز على ست أفكار مستحدثة غير براقة فجرت تحولاً اجتماعيًّا هائلاً، بداية من تنقية المياه إلى الإضاءة الكهربية. وقد استخدم منهج «اللقطة الطويلة» للتاريخ، متتبعًا التغيير من المستوى الذري إلى الكوكبي، بهدف كشف كيف يمكن أن تكون آثار الابتكار غير متوقعة، سواء الإيجابية منها والسلبية. يُعَد الكتاب متعة متعددة المستويات، بدءًا من هندسة الصرف الصحي، التي قامت شيكاغو عليها فعليًّا في القرن التاسع عشر، إلى الرجال الثلاثة والعشرين الذين اخترعوا المصباح الكهربي جزئيًّا قبل توماس إديسون.



كلاكستون: ملحوظات ميدانية من كوكب صغير

مارك كوكر، جوناثان كيب (2014)

أذهلنا عالم الطبيعة مارك كوكر في السابق بدراسته المسحية العالمية عن التفاعل بين الطيور والإنسان «الطيور والناس» (Jonathan Cape, 2013؛ أنظر: *Nature* **500**, 25; 2013). الآن، يسلط الضوء على المستوى المحلي من أجل هذا الكتاب المنقح التجميعي لـ140 قطعة نُشرت في السابق تؤرخ لـ«عام في الحياة (البرية)» بكلاكستون Claxton في إيست أنجليا East Anglia، بريطانيا. ويُعَد كوكر مرشدًا قويَ الحجة على نحو هادئ لهذا المنظر الطبيعي، الذي يزخر بأنواع عدة، بداية من عُثَّة الفئران إلى شجرة «دردار أجرد «wych elm- واصفًا، على سبيل المثال، كيف تنقض طيور البط النهري على المياه كأنها نسيج متصل ترطب نفسها بالرذاذ سريعًا وترتد عائدة إلى الأرض في خِضَمٍّ وابل من صيحات التواصل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

المصادر المتجددة: السماء هي الحد

تؤكد وكالة الطاقة الدولية IEA في أحد تقاريرها أن نسبة تصل إلى 45% من الطاقة التي يتم توليدها سنويًّا يمكن الحصول عليها من مصادر الطاقة المتجددة في بعض الاقتصادات المتقدمة دون زيادة كبيرة في تكاليف نظام الطاقة بعيد المدى (*The Power of Transformation*; IEA, 2014)، ما يزيد احتمال قيام بعض المناطق حاليًّا باستخدام 100% من مصادر الطاقة المتجددة في أثناء مدة حياتنا (انظر أيضًا: J. A. Mathews and H. Tan *Nature* **513**, 166- 168; 2014).

تدعم هذا الاحتمالَ التحليلاتُ التي أجريت في الهند من قبل الصندوق العالمي للطبيعة WWF المحافظ على البيئة، ومعهد الطاقة والموارد (انظر: go.nature.com/7shcug)، وفي أستراليا من قِبل هيئة مشغل سوق الطاقة الأسترالي (انظر: /go.nature.com wttlps).

إن التقدم على صعيد التكامل بين مصادر الطاقة المتجددة، وفق ما ورد في التقرير الصادر عن وكالة الطاقة الدولية، يعتمد على قيود التكلفة، وأنماط الطقس وضوء النهار المحليين، ومرونة أنظمة الطاقة القائمة.

دون جوناسيكرا، جامعة فيكتوريا، ملبورن، أستراليا
Don.gunasekera@vu.edu.au

المصادر المتجددة: إمكانية الإضرار بالبيئة

التوليد واسع النطاق للطاقة المتجددة (J. A. Mathews and H. Tan *Nature* **513**, 166- 168; 2014) قد يلحق الضرر بالبيئة.

تشتمل مشروعات الطاقة الكهرومائية العملاقة في الصين، على سبيل المثال، على 25 محطة طاقة كهرومائية، بمسافة مائة كيلو متر بين الواحدة والأخرى، على نهر جينشا، و90 محطة على 66 رافدًا من روافد نهر سالوين. وتشكل هذه المحطات خطرًا داهمًا على الهيدرولوجيا، والجيولوجيا، والبيئة على المستويين المحلي والإقليمي (انظر، على سبيل المثال: *Nature* **513**, 154- 155; 2014).

تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى كهرباء يولد الضوضاء، التي تؤثر على المجتمعات المحلية، والطيور المهاجرة، بل وعلى الطقس والمناخ المحليين (L. Zhou *et al*. *Nature Clim. Change* **2**, 539- 543; 2012). علاوة على ذلك، فإن تصنيع المنتجات الشمسية الكهروضوئية يمكن أن يتسبب في تلوث بيئي جسيم (انظر: Yang *et al*. *Nature* **509**, 563; 2014).

إن تطوير مشروعات الطاقة المتجددة ينبغي أن يأخذ دائمًا بعين الاعتبار الآثار بعيدة المدى على الظروف الطبيعية، والاجتماعية، والتكنولوجية المحلية.

شين مياو، معهد هاربن للتكنولوجيا، هاربن، الصين
Xin.miao@aliyun.com

المصادر المتجددة: الطاقة المكلفة

أعتقد أن نقل الطاقة المتقطعة المتجددة مسافاتٍ طويلة ليس وسيلة فعالة من حيث التكلفة للحد من الانبعاثات (J. A. Mathews and H. Tan *Nature* **513**, 166- 168; 2014). إن عملية نقل الطاقة غير فعالة بصورة كبيرة، لا سيما مع خسارة 3.5% أو أكثر من خطوط الضغط فوق العالي عبر مسافات الألف كيلو متر (انظر: go.nature.com/dli4we).

تستطيع الصين إنتاج الطاقة المتجددة بتكلفة زهيدة بسبب وفورات الحجم، واتساع السوق، وانخفاض تكاليف العمالة، وتوفر الحد الأدنى من التنظيم البيئي، إلا أن هذا الأمر قد لا يكون مستدامًا؛ إذ يشكل توافر المصادر والاستخدام التنافسي تحديًا كبيرًا بالفعل.

تتنوع متطلبات الكهرباء في المناطق المختلفة، من منخفضة في الشمال والغرب الغنيين بالرياح، إلى مرتفعة في المناطق الساحلية، ولا يبدو ثمة احتمال لتعويض تكلفة نقل الكهرباء عبر هذه المسافات الشاسعة بزيادة ساعات تشغيل توربينات الرياح.

ربما يكون الاستخدام عن بعد للكهرباء المتجددة أكثر كلفة لكل وحدة من الكهرباء يتم إنتاجها بالمولدات التقليدية، حتى بحساب التكلفة الاجتماعية للكربون. وفي أغلب الأحوال، فإن التكلفة أيضًا ستكون أكبر لدى المقارنة بالطاقة المتجددة التي يتم توليدها محليًّا، حتى في حالة محدودية هذه المصادر.

شوي شانغ، مركز داروِرلد لبحوث البيئة، بكين، الصين
Shuwei.zh@gmail.com

العقوبات تعرقل حماية الحياة البرية

العقوبات الاقتصادية الشاملة التي يجري فرضها على الأنظمة غير المستقرة سياسيًّا، ذات التنوع الحيوي الثري، تحرم السكان المحليين من الوصول إلى التمويل الدولي للحفاظ على الحياة البرية، وإدارة شؤونها (انظر: A. Waldron *et al*. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110**, 12144- 12148; 2013). ثمة قيود اقتصادية أكثر استهدافًا من شأنها الحفاظ على المكاسب الكبرى للتنوع الحيوي، في مقابل استثمارات صغيرة نسبيًّا.

تعد أنظمة الشعاب المرجانية بالبحر الأحمر في السودان واحدة من أكبر الشعاب الصحية في العالم ، فضلاً عما تتمتع به من قواطن قوية من المفترسات الأساسية؛ ففي جنوب السودان، توجد أكبر الهجرات التي تقوم بها الثدييات البرية كل عام. لذا، على المجتمع الدولي أن يعي جيدًا أهمية هذه الخصائص البيئية الفريدة، وأن يساعد على حمايتها من خلال التمويل والبحث المناسبَين.

لا يتوانى المجتمع الدولي عن إدانة الإرهاب، والحروب، وانتهاكات حقوق الإنسان، التي تقع في إقليم دارفور بالسودان، لكن تبقى الأقاليم الأخرى (التي تبلغ مساحتها 75% من إجمالي المساحة الكلية للبلاد) تتمتع بالهدوء النسبي. إن حماية الحياة البرية -في واقع الأمر- من شأنها أن تحقق منافع اجتماعية واقتصادية جمة تساعد على التخفيف من وطأة الفقر، وحل الصراعات (انظر: W. M. Adams *et al*. *Science* **306**, 1146- 1149; 2014)، ومن ثم، لا ينبغي أن تقف العقوبات الاقتصادية عائقًا أمام المحافظة على الحياة البرية.

نايجل هاسي جامعة ويندسور، أونتاريو، كندا
nehussey@uwindsor.ca

على باكستان أن تستثمر في التكيف

حصدت الفيضانات في باكستان هذا العام فقط أرواح مئات الأشخاص، وشردت الملايين، فضلاً عن تدمير المحاصيل عبر عشرات الآلاف من الهيكتارات، ما دفع بمركز بحوث «جِرمان ووتش» Germanwatch- عبر مؤشر مخاطر المناخ العالمي 2014 الذي يقوم بإصداره- إلى وضع باكستان في المرتبة الثالثة من قائمة الدول الأكثر تضررًا بتغيُّر المناخ، بعد هايتي والفلبين.

رغم ذلك، جاءت ميزانية مواجهة تغير المناخ في باكستان لعام 2013- 2014 أقل بنسبة 44% من ميزانية العام الماضي. كذلك ألقت الحكومة الفيدرالية بمسؤوليات قضايا المناخ بصورة كبيرة على عاتق الأقاليم التي لن يكون في استطاعتها تخصيص موارد لوضع سياسات في مواجهة تغير المناخ.

إن العمل على تبسيط مبادئ إدارة الكوارث ليتسنى للعامة فهمها، وبحث الاستجابة الحكومية عند الضرورة أمر ذو أهمية؛ فالعديد من المواطنين يدركون بالفعل أن غرق المدن في الفيضانات يرجع إلى عمليات البناء غير الشرعية في السهول الفيضية المجاورة، والمجاري المائية.

قامت الدبلوماسيتان الهندية والباكستانية بتأمين ترتيبات متبادلة للإغاثة من الفيضانات، إلا أن هذه الجهود لا تزال غير كافية، حيث تحتاج الدولتان إلى التنسيق فيما بينهما حول بيانات سقوط الأمطار، وتبادل هذه البيانات لتحسين التنبؤ بالفيضانات، وإدارة الكوارث عبر مؤسسات مثل اتحاد جنوب آسيا للتعاون الإقليمي.

إن باكستان -وغيرها من الدول النامية- ليس لها قدرة كبيرة على التأثير في الإجراءات التي تقررها الدول الغربية بشأن الحد من الانبعاثات الكربونية، ومن ثم فإن الخيار الأمثل لهذه الدول يكمن في معادلة الآثار السلبية لارتفاع درجات الحرارة، والظواهر المناخية المتطرفة عن طريق توفير المحاصيل والمأوى اللذَين يصلحان لجميع أنواع الطقس، والتخطيط لاستخدام الأرض الزراعية بصورة فعالة، وأخيرًا بتحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

عبد الرحمن تشيما معهد كومساتس لتكنولوجيا المعلومات، إسلام آباد، باكستان
arehmancheema@gmail.com

الوصول المفتوح إلى خريطة الغطاء الأرضي

مَنحَت الصين في الشهر الماضي الأممَ المتحدة أول خريطة وصول مفتوح عالية الدقة للغطاء الأرضي، وذلك على سبيل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التبرع؛ للإسهام في تحقيق تنمية مستدامة عالمية، ومكافحة التغير المناخي.

تشتمل الخريطة ـ التي تُعرف بخريطة جلوبلاند30 (GlobeLand30) ـ على مجموعات البيانات التي تم جمعها بمستوى دقة 30 مترًا–أكثر من عشرة أضعاف مستوى دقة مجموعات البيانات السابقة. ستمثل هذه المجموعات قيمة كبرى لرصد التغيرات البيئية، وإدارة الموارد على كافة المستويات العالمية، والإقليمية، والمحلية (انظر أيضًا: M. A. Wulder and N. C. Coops *Nature* **513**, 30–31; 2014).

مجموعات بيانات خريطة جلوبلاند30 متاحة بالمجان، وتشتمل على عشرة أنواع من الغطاء الأرضي، بما في ذلك الغابات، والأسطح الصناعية، والأراضي الرطبة، وذلك لعامي 2000 و2010.

وقد تم استخراج هذه البيانات من أكثر من 20000 صورة تمّ التقاطها عن طريق أقمار «لاندسات»، والقمر الصناعي الصيني 1 HJ– (انظر: www.globallandcover.com).

سوف تسهم خريطة جلوبلاند30 في الدفع قُدُمًا بمشاركة البيانات العلمية في مجالات مراقبة الأرض، وعلوم الجغرافيا المكانية.

تشَن جون، المركز الوطني الصيني للجيوماتكس، بكين، الصين.
chenjun@nsdi.gov.cn
يفانج بان، المعهد الملكي للتكنولوجيا KTH، ستوكهولم، السويد.
سونجنيان لي، جامعة رايرسون، تورنتو، أونتاريو، كندا.

الاستدامة: الأهداف الجذرية بالإجماع

يحثّ مارك ستافورد سميث العلماءَ على المشاركة بفاعلية أكبر في صياغة أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة؛ للتأكيد على صلاحية أهدافهم البيئية للقياس الكَمِّي (*Nature* **513**, 281; 2014)، إلا أن تباين القيم الخاصة بأصحاب المصالح، والاستبسال في الذود عن هذه القيم ربما ينبئ بصعوبة التوافق حول هذه الأهداف؛ ما يؤدي بدوره إلى تعثر المفاوضات، وتراجُع القضايا ذات الأهمية العالمية.

نحن نرى أن بناء توافُق حول نتائج بيئية مرغوب فيها ربما يمثل منهجية أفضل. تتضمن هذه المنهجية تحليل كافة النتائج المحتملة، وفهْم آليات اتخاذ القرار، وتحسين التواصل بين أصحاب النفوذ ذوي المصالح المتعارضة.

إن مبادرات معينة، مثل مستقبل الأرض، والمنبر الحكومي الدولي للتنوع البيولوجي، وخدمات النظام البيئي تقدّم العون للعلماء؛ للمشاركة الفعالة في وضع سياسة دولية للبيئة. وفي إطار المحادثات التي تجري حاليًا بشأن أهداف التنمية المستدامة، تبرز حاجة العلماء إلى تجاوز مرحلة تقديم المعلومات البسيطة إلى المساعدة الفعلية في تطوير سياسات مناسِبة.

شين ماكسويل* جامعة كوينزلاند، بريسبان، أستراليا.
smaxwell@uq.edu.au
*بالإنابة عن 10 مراسلين (انظر: go.nature.com/tqxjyj للقائمة الكاملة).

أوقفوا الاستقطاعات، وليس التقييم

تؤكِّد أماليا مورومارتن أن المؤسسة الأوروبية للعلوم ESF دعَّمت «عملية تقييم معيبة» للبحث العلمي في البرتغال (*Nature* **514**, 141; 2014). هذا الادعاء ـ الذي لا يستند إلى دليل ـ من شأنه أن يقوض عمل المؤسسة، فضلًا عن الضرر الذي يلحقه بعديد من المراجعين وأعضاء حلقات النقاش الأكفاء الذين شاركوا في عملية التقييم.

تدعم المؤسسة الأوروبية للعلوم الفوائدَ التي تعود على المجتمع من الاستثمار في مجال البحث العلمي. وإننا نشعر بالقلق الشديد إزاء الضغوط المتزايدة على عديد من الميزانيات الوطنية المخصَّصة للعلوم، إلا أننا نؤمن تمامًا بأن مراجعة النظير، برغم ما تعانيه من قصور، تُعَدّ المنهجية الأكثر جدارة ومصداقية لتخصيص الموارد. إن العمل الذي يقدمه هؤلاء العلماء المتحمسون لخدمة الجمهور، الراغبون في بذل الوقت والجهد لمراجعة نظرائهم، لا بد أن يُشهَد له، ويلقى الاحترام، ويحظى بالدعم. كذلك لا بد من إفساح المجال لهؤلاء العلماء؛ للاضطلاع بأعمالهم، دون تَدَخُّل.

وقد شهدت المؤسسة الأوروبية للعلوم، إبان عمليات التقييم المستقلة للبحوث العلمية التي تم تطبيقها على مؤسسة العلوم والتكنولوجيا بالبرتغال، مستويات غير مسبوقة من التدخل السافر في عمل النظراء وأعضاء حلقات النقاش أثناء أدائهم لأعمالهم، بل وتَلَقَّى كثيرون ـ أثناء عمليات المراجعة ـ اتصالات ترهيبية ترمي إلى إثنائهم عن المُضِيّ قُدُمًا في إنجاز مهامّهم المتفَق عليها. إن هذه الممارسة غير مقبولة، وضارة بالعلوم.

في هذا السياق.. نرد على الملاحظات التي أوردتها مورومارتن.. فبرغم عدم وجود عمليات تقييم يمكن أن تتسم بالكمال المطلَق، إلا أن النظام الذي يتمتع بالاستقلالية التامة لم يتم ابتكاره بعد. لقد أجرت المؤسسة الأوروبية للعلوم هذا المشروع التقييمي وفقًا لمعايير الممارسة الجيدة (انظر: go.nature.com/o4xfuz، الذي سوف يتم تحديثه فور الانتهاء من المشروع).

جين–كلود ورمز، جاين سويفت، المؤسسة الأوروبية للعلوم، ستراسبورج، فرنسا.
jswift@esf.org

الاستدامة.. دعوة إلى تنسيق الجهود

تكمن الخطوة الأولى لتحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs؛ انظر: M. Stafford- Smith *Nature* **513**, 281; 2014) في تحديد نقاط الالتقاء الحرجة، التي تبرز عندها الحاجة إلى تقديم معالجة متزامنة لبعض القضايا، مثل قضايا المياه، والطاقة، والغذاء، والتي يمكن أن تشكل جدول الأعمال.

على سبيل المثال.. يمكن أن تقوم المدارس بدور حيوي في زيادة الأمن المائي، والغذائي، وأمن الطاقة، عن طريق توعية الطلاب بهذه الأنظمة، وبطرق التعامل مع الفيضانات ونوبات الجفاف، وبذلك.. تستطيع هذه النقاط أن تساعد على تنسيق النقاشات الحالية، ووضعها في صورة منتديات وطنية ومحلية جديدة، فضلًا عن دورها في التغلب على الأُطُر البيروقراطية.

سوف تكون إسهامات الحكومات في تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة تطوعية، بحيث تسمح بتوجيه الجهود نحو زيادة أعداد المنظمات، والأفراد، والشبكات التي يمكن ربطها بمنظومة الحوكمة الخاصة بهذه الأهداف. وسوف يتيح هذا للنظام أن يعالج مشكلات معينة، مثل التفرقة الجنسية، والجغرافية، والعرقية على المستوى الإقليمي، والوطني، والمحلي.

سوف تكون المراقبة الفعالة محوريةً لنجاح هذه الأهداف. وإذا تم الالتزام بها عالميًّا من خلال الوكالات التابعة للأمم المتحدة حاليًّا، ربما تهدِّد بتحويل الموارد الرئيسة إلى الرقابة القاصرة والمتضاربة التي تمارسها دولٌ بصورة فردية. يمكن أن يقوم المنتدى السياسي رفيع المستوى ـ التابع للأمم المتحدة ـ بدور مهم، إلا أن هذا لا يعني عدم الإصغاء إلى الشعوب الواقعة خارج نطاق النقاشات الدائرة حاليًّا بشأن الاستدامة، إذ تستطيع هذه الشعوب أيضًا المساعدة في صياغة الأهداف والغايات الملائمة لسياقها، والتمسك بالطموح، وتطوير القدرة على المراقبة المعقدة.

نوريشيكا كاني، معهد طوكيو للتكنولوجيا، اليابان.
كاسي ستيفنس، كلية بروفِدِنس، رود أيلاند، الولايات المتحدة.
kanie@valdes.titech.ac.jp

السدود تهدِّد الأنواع المعرَّضة للانقراض

تهدِّد المشروعات الكهرومائية المقامة بالهند على الجانب الشرقي من جبال الهيمالايا بإلحاق أضرار بالغة بهذه البقعة الساخنة ذات التنوع الحيوي الفريد، التي تمثل موطنًا للعديد من الأنواع المهدَّدة بالانقراض؛ ومن ثم يتوجب على الهيئات الحكومية أن تقدِّر ـ بدقة ـ حجم التأثير البيئي لهذه المشروعات العملاقة، قبل الموافقة عليها.

تشير بعض التقديرات ـ على سبيل المثال ـ إلى أن عدد دلافين الأنهار العذبة جنوبي آسيا (*Platanista gangetica gangetica*) التي تعيش حاليًّا في نهر براهمابوترا وروافده أقل من 300 دولفين. إضافة إلى ذلك.. فإن بعض السدود (البالغ تعدادها إجمالًا 170 سدًّا، أو نحوها) المزمع إنشاؤها ـ أو التي تحت الإنشاء ـ ستؤدي إلى تغيير مورفولوجي وهيدرولوجي للنهر، ومن ثم تحويل الأحواض المائية العميقة التي تمثل الموطن الطبيعي للدلافين إلى أحواض ضحلة، أو تدميرها بالكامل، فضلًا عن تعريض هذه الثدييات النادرة لمخاطر أكبر (انظر: A. Wakid *Curr. Sci.* **79**, 1143- 1151 (2009)، انظر أيضًا: M. K. Pandit *et al. BioScience* http://doi.org/wqm; 2014).

تمتد التهديدات التي تشكِّلها الآثار التراكمية لهذه السدود إلى الأنظمة البيئية للأراضي الرطبة والسهول الفيضيّة الواقعة في اتجاه مجرى النهر، لتشمل أيضًا متنزَّه كازيرانجا الوطني بولاية آسام، الآهِل بأعلى كثافة في العالم من النمور البنغالية (*Panthera tigris tigris*) المهدَّدة بالانقراض، وعدد كبير من وحيد القرن الهندي (*Rhinoceros unicornis*).

كذلك يهدد سد كوريتشو الموجود على نهر ماناس، وسد مانجديتشو الموجود على نهر مانجده بمملكة بوتان، محميّة ماناس للحياة البرية بولاية آسام. وقد تم إدراج ذلك في قائمة المخاطر التابعة لِلَّجْنة التراث العالمي مؤخرًا في عام 2011.

بانكاج بارا، كافِري بويان، الجامعة النرويجية للعلوم والتكنولوجيا، تروندهايم، النرويج.
Pankaj.barah@ntnu.no

أبحــــاث

أنبـاء وآراء

السرطان الخلايا المخروطية التمييزية هي أصل سرطان الشبكية الأرومي في الأطفال **ص. 60**

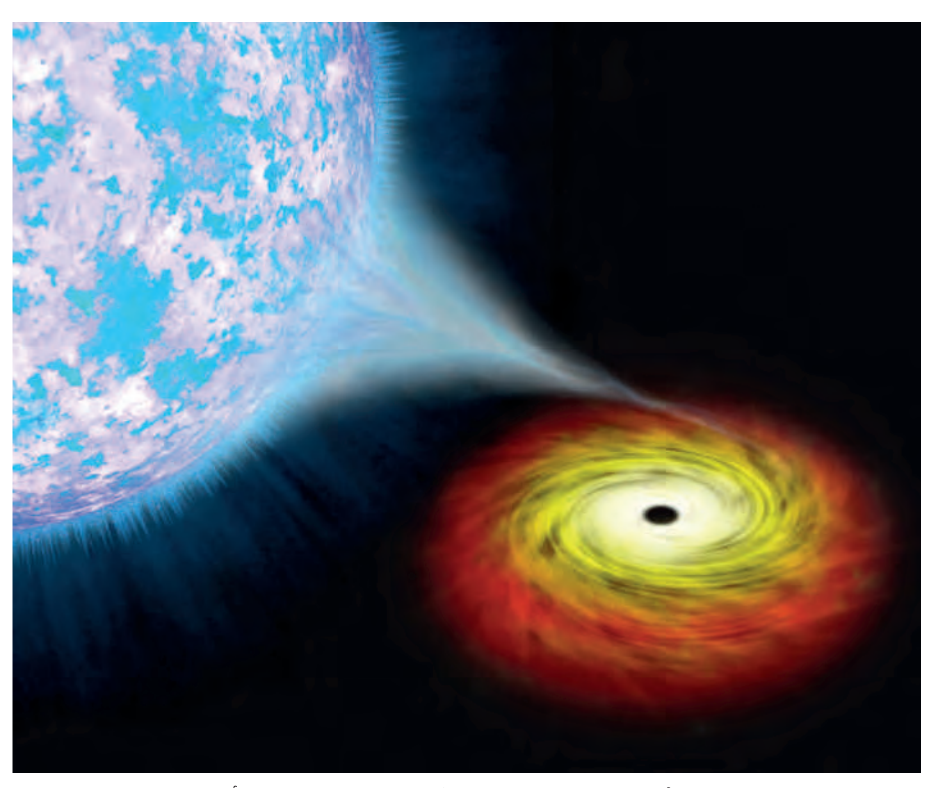
عِلْم المناعة تحمُّل المضيف لعدوى جهازية تعتمد على الميكروبات المستوطنة في المعي **ص. 66**

علوم المواد أسلوب تجميع مكونات الهلام الصغيرة باستخدام القوى المغناطيسية **ص. 67**

مصادر الأشعة السينية فائقة السطوع

مجـــال صغيـــر بتأثيـــر كبيـــر

ظلَّت طبيعة المصادر الفلكية للأشعة السينية فائقة السطوع غير مفهومة لفترة طويلة. ويوفر أحدث رصد لهذه النظم النادرة بعض الدلائل الحاسمة، ولكنها تترك النظريين في حيرة.



NIK SPENCER/NATURE

الشكل 1 | انطباع فنان عن مصدر الأشعة السينية فائقة السطوع. الأجرام الفلكية التي تنبعث منها أشعة سينية فائقة السطوع، مثل الأجرام التي يدرسها موتش وزملاؤه[2] وباتشيتي وزملاؤه[3]، يُعتقد أنها تحتوي على ثقب أسود، أو نجم نيوتروني (يمين) يسحب داخله المادة من نجم رفيق (يسار). ومن ثم تُشكِّل المادة المسحوبة قرصًا مزوِّدًا، وتفقد بعضًا من طاقتها كامنة الجاذبية في صورة ضوء.

جانيت سي. جلادستون

في أواخر السبعينات، اكتشف علماء الفلك أجرامًا تُصدِر أشعة سينية[1] متألقة غير عادية. وبالنظر إلى السطوع الحاد لهذه الأشعة السينية، كان يُعتقد أن مصادر هذه الأشعة فائقة السطوع تحتوي على ثقوب سوداء، إلا أن كتلة هذه الثقوب السوداء المغذية لتلك المصادر لا تزال خاضعة لنقاش شديد. لقد غيّرت دراستان في هذه المسألة، لموتش وزملائه[2] وباتشيتي وزملائه[3]، بجانب تقريرين لباشام وزملائه[4] وليو وزملائه[5]، وجهات نظرنا حول هذه النظم.

تنشأ معظم الثقوب السوداء خلال الاحتضار العنيف للنجوم الهائلة، ورغم أن مثل هذه الثقوب السوداء ذات كتل نجمية تزن حوالي من 3 إلى 100 ضعف كتلة شمسنا، إلا أنه من الصعب أن نراها، إذ إن سَحْب جاذبيتها الشديد يجذب أي شيء شارد بالقرب منها، حتى الضوء. لذا.. ولمعرفة المزيد عنها، يجب علينا أن ننظر إليها بشكل غير مباشر، أي من خلال دراسة تأثيرها على بيئتها.

وإذا كان هناك نجم رفيق يدور حول الثقب الأسود ذي الكتلة النجمية، نستطيع إذن دراسة تأثيره على هذا النجم، إذ إن للثقب الأسود قدرة لسحب المادة من رياح النجم وسطحه.

وكلما زادت المادة المسحوبة من النجم (تراكمت)، مُشَكِّلةً قرصًا مزوِّدًا، تفقد المادة بعضًا من طاقة وضعها الجاذبي على شكل ضوء ، أغلبه أشعة سينية. هذه الأنظمة الثنائية للأشعة السينية (الشكل 1) لاتحتوي فقط على قرص، ولكنها تحوي أيضًا وسطًا بصريًّا رقيقًا (شفافًا)، يُعتقد أنه يتموضع إما فوق وتحت القرص (على شكل هالة)، أو بين القرص والثقب الأسود (في صورة تيار داخلي ساخن). وكلما تغيَّر المعدل الذي تنتقل به المادة خلال القرص المزوِّد؛ تغيرت تبعًا لذلك هندسة النظام، ومن ثم حالة نموه التراكمية.

يمكن أن تحتوي ثنائيات الأشعة السينية أيضًا على نجوم نيوترونية، وهي الأخوة الصغار للثقوب السوداء ذات الكتل النجمية. تولد النجوم النيوترونية أيضًا في الاحتضار العنيف للنجوم، مثل الثقوب السوداء ذات الكتل النجمية، لكنها أخف وزنًا، حيث تزن حوالي 1.4 فقط من كتلة الشمس. وقوة جاذبية هذه الأنظمة شديدة جدًّا في سحب المادة، لكنها على عكس الثقوب السوداء، يستطيع الضوء الهروب منها، مما يمكِّننا أن نرى سطحها.

للثقوب السوداء أيضًا أخوة أثقل بكثير، يقبعون في مراكز المَجَرّات. وهم معروفون باسم الثقوب السوداء الفائقة، التي تزن ملايين إلى مليارات أضعاف كتلة شمسنا. وكما يبدو.. فلها طبيعة نمو تراكمية مماثلة لتلك التي للثقوب السوداء ذات الكتل النجمية، مع درجة سطوع متناسبة على ما يبدو مع كتلتها. ورغم أننا نفهم كيفية تكوين الثقوب السوداء ذات الكتل النجمية، بيد أن تلك الكيفية غير مفهومة في حالة الثقوب السوداء الفائقة.

تُعتبر مصادر الأشعة السينية فائقة السطوع ULXs وسطية التألق بين الثقوب السوداء ذات الكتل النجمية والفائقة. لذلك.. كان يُعتقد أنها قد تكون ثنائيات أشعة سينية تحتوي على ثقوب سوداء متوسطة الكتلة (تزن مئات الآلاف من الكتلة الشمسية). في السنوات القليلة الماضية، تم العثور على دليل يشير إلى أن شكل أطياف الأشعة السينية من هذه المصادر يختلف اختلافًا واضحًا عن حالات[6,7] التراكم التي لوحظت سابقًا. ويشير هذا إلى أنه يمكن مراقبة الثقوب السوداء ذات الكتل النجمية التي تتصرف بشكل غريب، وربما تلك المستقرة في حالة تراكم (فائقة السطوع) حدية جديدة.

يقدِّم موتش وزملاؤه[2] تحليلًا متعدد الطول الموجي لمصدر أشعة سينية يُطلق عليه اسم P13 – مصدر ULX في المَجَرَّة الحلزونية NGC 7793 التي لُوحظ تغيُّر سطوعها بشكل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مثير (بمعامل 40)، إذ أظهر تحليل الباحثين للأشعة السينية من P13 دليلًا على حالة[6] فائقة السطوع في ألمع انبعاث للأشعة السينية. وبالإضافة إلى ذلك.. تشير بياناتهم البصرية إلى أن ذلك المصدر له نجم رفيق ضخم مضيء، معروف باسم نجم B العملاق. ومن خلال عديد من الملاحظات البصرية لأكثر من 8 سنوات، وجد الباحثون أن هذا النجم يُقصَف بشكل مستمر بوابل من الأشعة السينية من القرص المزوِّد للثقب الأسود، مما يؤدي إلى تسخين سطح النجم، حتى عند انخفاض سطوع الأشعة السينية. يشير هذا إلى أن النجم يتعرض لانبعاثات من أشعة سينية لامعة من الأجزاء الداخلية من القرص، رغم أن هندسة النظام تحجب هذه المنطقة التي تنبعث منها الأشعة السينية من القرص، إذا نظرنا إليها من الأرض. وعلى أساس هذه الملاحظات، خلص الباحثون إلى أن P13 يحتوي على ثقب أسود، يبلغ نحو 15 كتلة شمسية، مما يؤكد فكرة أن مصادر ULX يمكن أن تُغذَّى بالطاقة من ثقوب سوداء ذات كتل نجمية في حالة تراكم مفرط.

تدعم دراسة[5] ليو وزملائه هذه الفرضية لمصدر آخر يُسمَّى M101 ULX-1، حيث تدل البيانات البصرية على أن هذا المصدر يمكن فهمه على أنه ثقب أسود ذو كتلة وزنها حوالي 20–30 كتلة شمسية، يغذيها نجم ولف–ريت، وهو نجم مسنّ ضخم، ذو رياح قوية. وتشير هذه النتائج ـ بجانب نتائج موتش وزملائه[2] ـ إلى أن الطبيعة الغامضة لمصادر الأشعة السينية فائقة السطوع ربما قد تم فهمها الآن، بيد أن الأمور قد أصبحت أكثر تعقيدًا، حيث إن تحليلات[3,4] اثنين من مصادر ULX في المجرة M82 (على شكل سيجار) –M82 X-1 وM82 X-2 – تبيِّن أن بعض هذه المصادر قد تكون أكثر ضخامة، أو أكثر تطرفًا من الثقوب السوداء ذات الكتل النجمية في الحالة فائقة السطوع.

وM82 X–1 هو ألمع مصدر ULX في هذه المجرة، إذ قام باشام وزملاؤه[4] بدراسة الأشعة السينية من هذا المصدر، ووجدوا تغييرين شبه دوريَّين. ولوحظت مثل هذه التذبذبات شبه الدورية سابقًا في أنظمة الثقوب السوداء ذات الكتل النجمية، ويبدو أنها متناسبة مع الكتلة[8]. استخدم باشام وزملاؤه هذه العلاقة القياسية للكتلة؛ لاستنتاج أن كتلة الثقب الأسود تبلغ حوالي 400 مرة كتلة الشمس، مما يعني أن هذا الثقب الأسود ينتمي إلى مجموعة الثقوب السوداء متوسطة الكتلة.

وعلى العكس.. تبدو M82 X-2 أكثر تطرفًا مما كان يُعتقد سابقًا. فباستخدام عدة تليسكوبات للأشعة السينية، وجد باتشيتي وزملاؤه[3] أن M82 X-2 لا تحتوي على ثقب أسود، لكنْ تحتوي على نجم نيوتروني. كان يُنظر إلى هذا الجرم على أنه ينبض، وهو شيء غير ممكن للثقوب السوداء. هذا النبض لا يمكن أن يأتي إلا من أجسام معروفة باسم النجوم النابضة –نجوم نيوترونية مغناطيسية لها مجالات قوية جدًّا، لدرجة أن المادة من قرص المزوِّد تُقمع إلى أقطابها، مما يخلق بؤرة ساخنة. وبينما تدور هذه النجوم النابضة حول محورها، تجتاح أشعة الضوء المنبعثة من البؤر الساخنة خط بصر الأرض دخولًا وخروجًا. ويرى الفلكيون هذه الظاهرة على أنها دفعات من الضوء بالطريقة نفسها التي يُرى به ضوء منارة يدور مصباحها. ومع ذلك.. يبدو أن هذا النظام ينفث كميات هائلة من الطاقة، مما يوضح معدل تراكم أكبر عشر مرات من أي شيء تم قياسه سابقًا لهذه المصادر، بل هي أيضًا أكثر لمعانًا بمئة مرة من الحد النظري الطبيعي لهذه المصادر. يتحدى هذا الاستنتاج نظرياتنا الحالية في فيزياء التراكم، وتحديدًا التراكم على نجوم نيوترونية مغناطيسية.

ستفاجئ هذه النتائج 3،4 مجتمع باحثي مصادر الأشعة السينية فائقة السطوع، إذ تُظهِر أن هذه المصادر غير متجانسة، وأن دراسات أكثر تفصيلًا من مصادر فردية يمكن أن تزيد فهمنا، ليس فقط في مجال هذه المصادر، ولكن أيضًا في مجالات أخرى. وتأكيد أن الثقوب السوداء ذات الكتل النجمية يمكن أن تتراكم بمعدلات قصوى[2,3] يمكن أن يساعد في فك لغز النمو السريع للثقوب السوداء الهائلة في الكون المبكر. ومع اكتشاف الثقوب السوداء متوسطة الكتلة[4]، يمكن اختبار نظريات تشكيل الثقوب السوداء فائقة الكتلة، وبالتالي تشكيل المَجَرَّة، حيث تشير البحوث إلى أن هاتين العمليتين مرتبطتان. واستنتاج أن النجوم النيوترونية يمكن أن تصل إلى مثل تلك السطوع[3] العالية من الأشعة السينية ربما يترك العلماء النظريين في حيرة من أمرهم لإيجاد سبل لدفع فيزياء النجوم النيوترونية، والتراكم إلى آفاق جديدة. إنه وقت مثير لدراسة مصادر ULXs – مجال صغير يمكن أن يكون له تأثير بعيد المدى. ■

جانيت سي. جلادستون تعمل في قسم الفيزياء، جامعة ألبرتا، إدمونتون، ألبرتا T6G 2E1، كندا.
البريد الإلكتروني: j.c.gladstone@ualberta.ca

1. Fabbiano, G. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **27,** 87–138 (1989).
2. Motch, C., Pakull, M. W., Soria, R., Grisé, F. & Pietrzyński, G. *Nature* **514,** 198–201 (2014).
3. Bachetti, M. *et al. Nature* **514,** 202–204 (2014).
4. Pasham, D. R., Strohmayer, T. E. & Mushotzky, R. F. *Nature* **513,** 74–76 (2014).
5. Liu, J.-F., Bregman, J. N., Bai, Y., Justham, S. & Crowther, P. *Nature* **503,** 500–503 (2013).
6. Gladstone, J. C., Roberts, T. P. & Done, C. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **397,** 1836–1851 (2009).
7. Bachetti, M. *et al. Astrophys. J.* **778,** 163 (2013).
8. McHardy, I. M., Koerding, E., Knigge, C., Uttley, P. & Fender, R. P. *Nature* **444,** 730–732 (2006).

السرطان

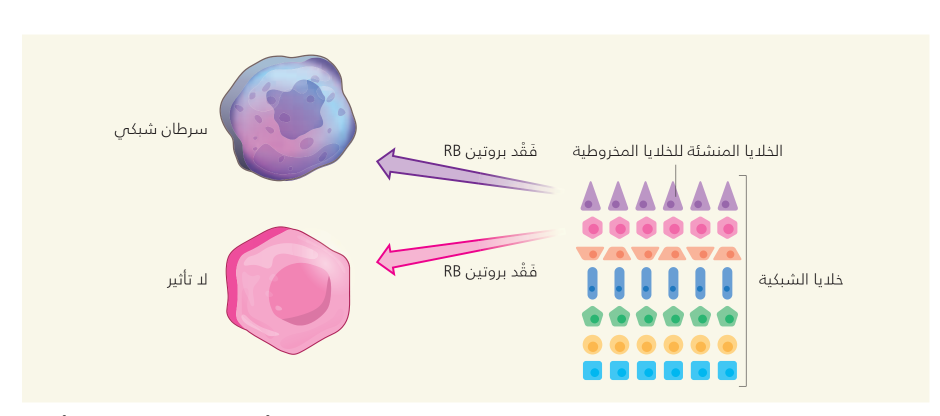
أصل سرطان الشبكية الأرومي البشريّ

لا تزال الأصول الخلوية لمعظم السرطانات غير معروفة، لكنّ تحليلًا لخلايا شبكية العين الجنينية يكشف أن الخلايا المخروطية التمييزية هي الأصل لسرطان الشبكية الأرومي في الأطفال.

رود بريمنر، وجولين سايج

تُعتبر هوية الخلايا التي تنشأ منها السرطانات المختلفة أحد أهم الألغاز التي تعوق جهود العلماء لفهم السرطانات البشرية. والمحاولات لتحديد "الخلايا الأصلية" سالفة الذكر عادةً ما تستخدم العلامات الجينية الموجودة في السرطانات المتقدمة كنقطة قياس. ولأن خلايا السرطان هي، حسب التعريف، خلايا تحولت من الحالة الطبيعية إلى الحالة المرضية، فإن هناك خطأً قاتلًا في هذا المنهج. ولتوضيح الفكرة، تخيل ركاب طائرة ينزلون منها مرتدين ثيابًا شتوية، مما قد يوحي بأنهم قد صعدوا على متن الطائرة في بلد بارد المناخ، لكنْ هناك احتمال مساوٍ بأنهم ينزلون في بلد بارد، وركبوا من بلد دافئ. اتخذ شو[1] وزملاؤه طريقة بديلة لحل معضلة الخلية الأصل، حيث حددوا نوع الخلايا التي ينشأ منها سرطان الشبكية عن طريق دراسة الخلايا الطبيعية في شبكية الإنسان.

وورم أرومات الشبكية هو سرطان يحدث في شبكية العين في الأطفال، ويُعَدّ نموذجًا مثاليًّا لدراسة السرطان عمومًا. بالفعل، أدّت الأبحاث على هذا السرطان إلى اكتشاف جين[2] *Rb1*، المشفر لإنتاج البروتين المثبط لنمو سرطان الشبكية



الشكل 1 | الخلية المخروطية تقف وحيدة. الخلايا المنشئة للشبكية في الإنسان تعطى سبعة أنواع مختلفة من الخلايا. ينشأ ورم أرومات الشبكية تحديدا من الخلايا المنشئة للخلايا المخروطية التمييزية، نتيجة للشبكة الجزيئية في تلك الخلايا، والتى تشمل تعبيرا جينيا كثيفا للبروتينات SKP2، وN-Myc وMDM2. يسمح هذا النمط الجينى للخلايا بأن تتكاثر وتمر بتحول سرطانى عند فقد البروتين المثبط لنمو الأورام *RB*. في أنواع أخرى من خلايا الشبكية، لا يحدث فقد البروتين *RB* تأثيرا يذكر أو يؤدى إلى موت الخلية (لا يظهر في الرسم).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأرومي RB. ولتحديد الخلية الأصل لورم أرومات الشبكية، تلاعب شو وفريق الباحثين بخلايا شبكية عين الإنسان الجنينية، ووجدوا أن الخلايا المنشئة، التي من المفترض أن تصبح خلايا مخروطية مستقبلة للضوء، حساسة لفقد جين Rb1 بشكل غير عادي. حقيقة أن الخلايا المنشئة للمخاريط هي خلايا متكشفة، مقرر لها أن تكون خلايا شبكية حساسة للضوء، تشير إلى أن الخلية الأصل للأورام البشرية لا يجب بالضرورة أن تكون جذعية، كما يُطرح عادةً[3,4]. قام مؤلفو الدراسة باستخلاص الخلايا المخروطية البشرية، وأوضحوا أن إزالة بروتين RB منها، وليس من أي نوع خلايا شبكية آخر، قد أدى إلى نمو أورام شبكية عند زراعة تلك الخلايا في الفئران. وهي نتيجة تحسم عقودًا من الجدل[5] (شكل 1).

تلك نتائج مذهلة، لكن التصوير الحي للأورام المبكرة في عيون المرضى يُظهِر الإصابات في "طبقة الأنوية الداخلية" من شبكية العين[6]. تلك هي الطبقة الوسطى من ثلاث طبقات مكوِّنة للشبكية، لكن الخلايا المخروطية تقع في الطبقة الخارجية. أحد التفسيرات المحتملة هو أن أورام الشبكية تنمو من خلايا منشئة للخلايا المخروطية، انتقلت إلى طبقة الأنوية الداخلية. التفسير البديل هو أنه من المحتمل أن تسبب إزالة بروتين RB تغيير خلايا طبقة الأنوية الداخلية لمصيرها؛ لتصبح خلية مخروطية أو شبيهة لها، إذ تتمتع خلايا الشبكية المتكشفة بالمرونة. وقابلية الخلايا المخروطية المنقاة للانقسام والتحول بعد إزالة بروتين RB تنفى تلك الفكرة الأخيرة، رغم أنه يجب الأخذ في الاعتبار أن الخلايا المستخدمة في تلك التجارب قد أزيلت من بيئتها الأصلية الطبيعية. وهناك سابقة لتغيُّر المصير في خلايا أخرى، كنتيجة لفقد بروتين RB[7].

إذًا، ما الذى تعنيه تلك النتائج بالنسبة إلى نماذج الفئران السرطانية؟ الحماية ضد حدوث أورام الشبكية في الفئران أعلى من البشر، بمعنى أنه تجب إزالة بروتينات أخرى مثبطة لنمو الاورام في الفئران المعدلة وراثيًّا بالإضافة إلى جين Rb1 كي تنمو أورام الشبكية[8,9]. وكما في البشر، فإن إزالة بروتين RB يسبب انقسامًا غير طبيعي لخلايا الشبكية التمييزية في الفئران، ولكن بينما لاحظ شو وفريقه أن الخلايا المخروطية فقط تتأثر بشدة في شبكية الإنسان، فإن الخلايا العصبية بجميع أنواعها تضطرب في شبكية الفأر[8,9]. الخلية الأصلية لورم الشبكية في الفئران هي أيضًا خلية عصبية تمييزية للشبكية، لكنها تنتمي إلى الخلايا عديمة الألياف الطولية (خلايا عصبية رابطة)، وليس إلى الخلايا المخروطية[8].

تتولد كل من الخلايا المخروطية والخلايا عديمة الألياف الطولية في الشبكية في المرحلة الجنينية نفسها تقريبًا، ولهذا فإنهما قد تشتركان في أكثر من نقطة في دوائر التعبير الجيني بهما، خاصة في مراحل نموهما المبكرة. بالفعل، أنماط التعبير الجيني في ورم الشبكية في كل من الإنسان والفأر متشابهة[10]، وهناك أيضًا تماثل في الطفرات الجينية التي يحملانها، مثل غياب الجين المثبط[11] لنمو الأورام CDKN2A. بالإضافة إلى ذلك.. تقع الخلايا عديمة الألياف الطولية في طبقة الأنوية الداخلية من الشبكية، حيث تنشأ الأورام في البشر. وبالتالي، وعلى الرغم من وجود اختلافات في الورم الشبكي بين النوعين، فإن أوجه التشابه العديدة تجعل من الفئران النماذج أداة قيمة للأبحاث المستقبلية والاختبارات الدوائية.

ومن الأسئلة المحورية المتعلقة بأورام الشبكية وأورام عائلية أخرى: لماذا تنشأ الأورام في المرضى ذوي الطفرات في الجين Rb1 في العين تحديدًا قبل سن الخامسة، رغم أن هذا الجين يُعبَّر عنه في كل أجزاء الجسم الأخرى؟ قد تكمن إجابة هذا السؤال في الدراسة الحالية، وفي نتائج أخرى حصل عليها الفريق البحثي نفسه[12]. على مايبدو أن الشبكة الجزيئية الموجودة في الخلايا المنشئة للخلايا المخروطية تجعلها بالغة الحساسية للتحول السرطاني عند فقد البروتين RB. فقد وجد شو وفريقه أن المستويات العالية من إنزيمات الأبيكويتين ليجيز Ubiquitin ligase SKP2 وmdm2 ومن البروتين المسبب للسرطان N-myc، أساسية للخلايا المنشئة للخلايا المخروطية كي تبدأ الانقسام، دون حدوث موت الخلايا المبرمج. وعلى ما يبدو، تملك خلايا الفأر عديمة الألياف الطولية شبكات جزيئية مشابهة، ولذا.. فإنها حساسة لفقد بروتين RB، بما في ذلك القدرة على مقاومة موت الخلايا الذي يحفزه عامل النسخ E2F- نتيجة طبيعية لإنتاج E2F بعد فقد البروتين RB لوظيفته في أنواع الخلايا الشبكية للفأر[13]. الاستثناء المثير لهذا هو البروتين p107، وهو قريب الشبه بالبروتين RB، وله دور مثبط لنمو الأورام في الفئران[13]، لكنه في الدراسة الحالية يحث على نمو الورم في الخلايا المنشئة للخلايا المخروطية التي تحتوي على طفرة في جين Rb1.

وختامًا، فإن الدراسة المثيرة لشو وفريقه تجيب على سؤال جدلي، وتوفر أساسًا قويًّا لأبحاث مشابهة في أنواع أخرى من الأورام الصلبة. مرة أخرى، يمثل ورم الأرومات الشبكية نموذجًا في مجال أبحاث السرطان. ومعرفة الخلية الأصل لأورام الشبكية (وأورام أخرى) قد تساعد الباحثين على تطوير طرق أفضل للتشخيص المبكر، وربما العلاج الكيميائي الوقائي. وإضافة إلى ذلك.. فإن فهم الشبكة الجزيئية التي تجعل الخلايا عرضة للتحول السرطاني بشكل أفضل قد يساعد في الكشف عن النقطة الأضعف للخلايا السرطانية. ■

رود برمنر يعمل بمستشفى جبل سيناء، معهد بحوث لونفيلد تانِنباوم، تورنتو، أونتاريو M5G 1X5، كندا
جولبين سايج تعمل بقسم طب الأطفال والجينات، جامعة ستانفورد، ستانفورد، كاليفورنيا 94305، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: bremner@lunenfeld.ca; julsage@stanford.edu

1. Xu, X. L. *et al. Nature* **514,** 385–388 (2014).
2. Friend, S. H. *et al. Nature* **323,** 643–646 (1986).
3. Visvader, J. E. *Nature* **469,** 314–322 (2011).
4. Sage, J. *Genes Dev.* **26,** 1409–1420 (2012).
5. Kyritsis, A. P., Tsokos, M., Triche, T. J. & Chader, G. J. *Nature* **307,** 471–473 (1984).
6. Rootman, D. B. *et al. Br. J. Ophthalmol.* **97,** 59–65 (2013).
7. Calo, E. *et al. Nature* **466,** 1110–1114 (2010).
8. Dyer, M. A. & Bremner, R. *Nature Rev. Cancer* **5,** 91–101 (2005).
9. Sangwan, M. *et al. Oncogene* **31,** 5019–5028 (2012).
10. McEvoy, J. *et al. Cancer Cell* **20,** 260–275 (2011).
11. Conkrite, K., Sundby, M., Mu, D., Mukai, S. & Macpherson, D. *J. Clin. Invest.* **122,** 1726–1733 (2012).
12. Xu, X. L. *et al. Cell* **137,** 1018–1031 (2009).
13. Chen, D., Chen, Y., Forrest, D. & Bremner, R. *Cell Death Differ.* **20,** 931–940 (2013).

أمراض الرئة

عـــلاج بزَرْع الخـلايـا

أظهر الزرع الخلوي للبلاعم المصحّحة جينيًّا مباشرة في رئتي الفئران فعاليته في علاج الداء البروتيني السنخي الرئوي، وهو مرض وراثي يُوجد لدى البشر أيضًا.

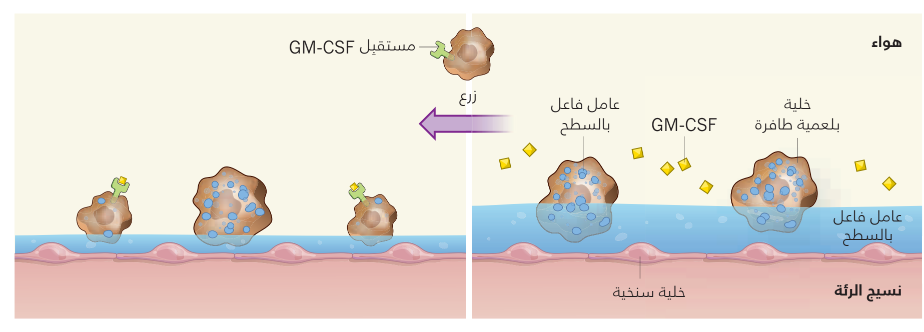
ماري جين توماسّن، وماني كافورو

الداء البروتيني السنخي الرئوي (PAP) مرض رئوي نادر يتسم بتراكم رئوي لخلايا الدم البيضاء التي تدعى البلاعم السنخية والمليئة بالعامل الفاعل بالسطح – وهو مركب من الدهون الفوسفاتية والبروتينات يعمل على تنظيم التوتر السطحي في الرئة – وكميات هائلة من العامل الفاعل بالسطح خارج الخلايا[1]. ولاكتشاف سبب هذا المرض، الذي عُرف لأول مرة في عام 1958، هناك قصة بدأت عام 1994 مع الاكتشاف العرضي[2,3] بأن الفئران التي تفتقر إلى بروتين العامل المحفز لمستعمرات بلاعم المحببات (GM–CSF) ـ المهمّ لنمو البلاعم الكبيرة ووظيفتها ـ كانت مصابة بمرض رئوي غامض، يشبه الداء البروتيني السنخي الرئوي لدى البشر. يضيف سوزوكي وزملاؤه[4] فصلًا إلى هذه القصة، إذ يشير إلى أن زرع البلاعم التي تتجاوب بشكل صحيح مع GM–CSF في رئتي الفئران التي تفتقر إلى مستقبلات GM–CSF، تعالج مرضها بفاعلية.

حددت الدراسات التي جرت على الفئران التي تعاني من نقص GM–CSF الخلل المسبِّب للمرض، كجزء من العملية التي يتم من خلالها تفكيك العامل الفاعل بالسطح من قِبَل البلاعم في المنطقة السنخية من الرئة[5] (الشكل 1). وكشفت الدراسات على الإنسان أنه رغم أن البلاعم السنخية المأخوذة من بعض الأفراد المصابين بالداء البروتيني السنخي تستجيب لتحفيز GM–CSF في المختبر[6]، يُصْدِر المرضى أجسامًا مضادة تحيِّد البروتين[7]. الآن، يصنَّف الداء البروتيني السنخي في ثلاثة أشكال: مناعي ذاتي (مكتسب)، وخلقي (وراثي)، وثانوي (يرتبط بشكل رئيس بسرطانات الدم، أو بالأمراض الالتهابية الجهازية). وترتبط جميع أشكال الداء البروتيني السنخي مع فقدان قدرة GM–CSF على إرسال الإشارات، إما بسبب حالات نقصGM–CSF النشط، أو بسبب حدوث طفرات في مستقبلاتGM–CSF، باستثناء بعض الأشكال الخلقية المرتبطة باضطرابات بروتين العامل الفاعل بالسطح.

أوضحت متابعة العمل على نماذج الفأر وعينات الداء البروتيني السنخي البشرية خطوات تفكك العامل الفاعل بالسطح وأدوار البروتينات الرئيسة في بيولوجيا البلاعم السنخية. وقد شملت هذه عوامل النسخ PU.1، التي تشارك في نضوج البلاعم السنخية[8]، وPPARγ، الذي يحافظ على استتباب الرئة[9]. وخلافًا للبلاعم في أجزاء أخرى من الجسم، تعبر البلاعم السنخية عن مستويات مرتفعة من PPARγ[9]، مما يوحي بأن لهذا البروتين دورًا خاصًّا في الرئة. بالفعل، تبين أن PPARγ هو منظم سلبي لتنشيط البلاعم[10]، وأن التعبير عنه يحفزه GM–CSF[11]. يتألف العامل السنخي الفاعل بالسطح من 90% من المادة الدهنية، ومن المعروف الآن أن تفككه ينظّم من قبل مسار يصدر إشارات تضم GM–CSF PPARγ والبروتين ABCG1 (المراجع 12، 13).

تم تحديد الخيارات العلاجية للداء البروتيني السنخي أولًا في النماذج الفأرية للمرض. وأظهرت الدراسات الأولية أن الفئران التي تعاني من نقص في GM–CSF يمكن ʻشفاؤهاʼ، إما عن طريق إعطاء GM–CSF خارجي المنشأ[14]، أو عن طريق التعبير الفائق لـGM–CSF في الخلايا الظهارية للجهاز التنفسي[15]. أدت هذه النتائج إلى تجربة علاج الأفراد المصابين بالداء البروتيني السنخي المناعي الذاتي بجرعات عالية من



الشكل 1 | زرع البلاعم يصحِّح الداء البروتيني السنخي الوراثي في الفئران. البلاعم هي خلايا دم بيضاء، تعمل ـ ضمن مهام أخرى ـ على ابتلاع وتدمير البقايا الخلوية. في المنطقة السنخية الرئوية، تفكك البلاعم الفائض من العامل الفاعل بالسطح، وهو مركب من الفوسفوليبيدات والبروتينات، تنتجه الخلايا السنخية؛ لإنقاص التوتر السطحي؛ فتمنع الانخماص الرئوي، لكن الطفرات التي تؤدي إلى وجود البلاعم المفتقرة إلى المستقبِلات الخاصة بالبروتين GM–CSF، الأساسي لنضوج البلاعم وأدائها الوظيفي، يمكنها أن تسبِّب تراكم العامل الفاعل بالسطح في الرئتين، والمميِّز للداء البروتيني السنخي. أظهر سوزوكي وزملاؤه[4] أن زرع البلاعم التي تعبر عن مستقبلات GM–CSF ـ سواء بلاعم من فئران برية، أم بلاعم طافرة خضعت لـ'تصحيح جيني' خارج الجسم الحي ـ زرعًا مباشرًا في رئتي الفئران يعالج المرض عن طريق السماح بتفكيك كافٍ للعامل الفاعل بالسطح.

GM–CSF، تعطى تحت الجلد، أو عن طريق الاستنشاق، رغم فشل مجموعة فرعية من المرضى في الاستجابة لهذا العلاج، ربما بسبب المستويات العالية من الضادات المضادة لـGM–CSF في رئاتهم. كان هناك نهج بديل لعلاج الشكل المناعي الذاتي من الداء البروتيني السنخي، وهو استخدام الأجسام المضادة وحيد النسيلة ريتوكسيماب، الذي يمنع إنتاج الأجسام المضادة لـGM–CSF[16] ويحفز زيادة التعبير عن PPARγ وABCG1 (المرجع 17) لدى بعض المرضى.

بيد أن العلاج الوحيد لمرضى الداء البروتيني السنخي الوراثي هو غسل كامل للرئة (الإرواء)، يتطلب تخديرًا كاملًا. اقتُرِح أن الداء البروتيني السنخي الوراثي يمكن تصحيحه بواسطة زرع خلايا نخاع العظم تتمتع بالصحة، وتحتوي على الخلايا الجذعية التي يمكنها أن تتمايز إلى بلاعم طبيعية حساسة لـGM–CSF، وقد كان هذا الإجراء ناجحًا بالفعل في الفئران[18]. وهذا النهج يتطلب استنفاد نخاع العظام – الاستنفاد الشديد أو الكامل لخلايا نخاع العظام الموجودة؛ لتجنب رفض الخلايا المزروعة. ويترافق استنفاد النخاع العظمي مع ارتفاع مخاطر العدوى والموت، وبالتالي، فإن زرع نخاع العظام لا يجري بشكل روتيني لدى المرضى الذين يعانون من الداء البروتيني السنخي الرئوي.

سعى سوزوكي وزملاؤه إلى تصميم نهج للزرع، يلتف على الحاجة لاستنفاد نخاع العظام، إذ زرعوا البلاعم المأخوذة من فئران طبيعية مباشرة في رئتي الفئران المصابة بعوز الوحدة الفرعية β من مستقبلات GM–CSF (التي تسبب اضطرابًا مطابقًا لذلك الحادث عند الأطفال المصابين بالداء البروتيني السنخي الوراثي الناتج عن طفرات في مستقبلات الوحدات الفرعية α أو β)، ووجدوا أن هذا العلاج لطّف أعراض المرض، وأدَّى إلى تطبيع التعبير عن البروتينات المرتبطة بالمرض، وأطال عمر هذه الفئران. ثم كرر الباحثون التجربة باستخدام بلاعم مأخوذة من فئران تعاني من نقص مستقبلات GM–CSF تم تصحيحها خارج الجسم الحيّ (عن طريق عملية التنبيغ الفيروسية البطينة)، حيث أتاحوا التعبير عن الوحدة الفرعية β مرة أخرى، ولاحظوا حدوث التأثير نفسه.

تدعم هذه الدراسة بقوة، وغيرها من الدراسات الحديثة على الفئران، إمكانية تنفيذ ترجمة زرع البلاعم الرئوية في علاج البشر. وقد أظهرت دراسة سابقة[18] أيضًا أن زرع الأنماط البرية من سلائف البلاعم الفأرية، في الحيوانات التي تعاني من نقص مستقبلاتGM–CSF، قد خفضت الداء البروتيني السنخي الوراثي بشكل فعال. طوّر سوزوكي وزملاؤه في هذا النهج باستخدام خلايا مصححة جينيًّا من حيوانات متطابقة وراثيًّا، وتجنبوا بالتالي الحاجة إلى استنفاد نخاع العظام وكبت المناعة. يحمل هذا الأسلوب درجة كبيرة من الشبه بالطريقة التي ستُعتمد على الأرجح في البشر، التي ستكون عن طريق أخذ البلاعم الطافرة الخاصة بالمريض، وتصحيحها خارج الجسم الحي، ثم إعادتها إلى المريض. وإضافة إلى ذلك.. أظهر الباحثون هجوع المرض مع تقليل الأعراض لدى الفئران.

وجد سوزوكي وزملاؤه أيضًا أنه رغم أن الأنماط البرية من البلاعم المأخوذة من نخاع العظام، والمزروعة في المختبر، لها خصائص مختلفة عن البلاعم السنخية، فقد اقتبست شاكلة البلاعم الرئوية بعد زرعها في الرئة. دعّمت هذه النتيجة عملًا سابقًا[19] يشير إلى أن البيئة الميكروية المحلية تصدر إشارات توجه تطور البلاعم. ستكون هناك حاجة إلى دراسات مستقبلية لتحديد الجرعة المثالية للخلايا المزروعة للناس، وتأثير مستويات GM–CSF المرتفعة داخليًّا والمرتبطة بالداء البروتيني السنخي الوراثي، وما إذا كانت هناك حاجة إلى إعطاء مزيد من GM–CSF لتعزيز بقاء البلاعم المزروعة.

تتجاوز الآثار العلاجية لهذا النهج الداء البروتيني السنخي الوراثي النادر. ويمكن للمرء أن يتخيل زرع البلاعم ذاتية المنشأ المصححة جينيًّا لعلاج أمراض أخرى، مثل الإيدز. تخدم البلاعم كمستودع للفيروس والأفراد الذين يعانون من نقص المستقبلات المشتركة لبلاعم معينة مقاومة لفيروس الإيدز، لذا.. فإن زرع البلاعم من دون المستقبلات قد ينقل المناعة إلى الفيروس. ونظرًا إلى أن البيئات المحلية توفر ـ على ما يبدو ـ إشارات لتطوير بلاعم ذات سمات معينة، فإن الاحتمالات تبدو لا نهائية تقريبًا عندما يبدأ تحديد الطفرات الجينية ذات الصلة ببعض الأمراض. قد يؤدي استخدام تسلسل كامل عبر الجينوم لتحديد الجينات الزائغة لدى الأطفال، الذين يولدون مصابين بحالات مهددة للحياة، إلى توسيع خيارات العلاجات المعتمدة على زرع البلاعم[20]. ■

ماري جاين توماسّن تعمل بقسم الأمراض الرئوية والعناية المركزة والنوم، جامعة إيست كارولاينا، جرينسفيل، نورث كارولاينا 27834، الولايات المتحدة. **ماني إس. كافورو** يعمل بقسم الأمراض الرئوية والعناية المركزة، جامعة ومستشفى توماس جيفرسن، فيلادلفيا، بنسلفانيا 19107، الولايات المتحدة.

البريد الإلكتروني: thomassenm@ecu.edu
mani.kavuru@jefferson.edu

1. Rosen, S. H., Castleman, B. & Liebow, A. A. *N. Engl. J. Med.* **258,** 1123–1142 (1958).
2. Dranoff, G. *et al. Science* **264,** 713–716 (1994).
3. Stanley, E. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **91,** 5592–5596 (1994).
4. Suzuki, T. *et al. Nature* **514,** 450–454 (2014).
5. Yoshida, M. *et al. Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.* **280,** L379–L386 (2001).
6. Thomassen, M. J. *et al. Clin. Immunol.* **95,** 85–92 (2000).
7. Kitamura, T. *et al. J. Exp. Med.* **190,** 875–880 (1999).
8. Shibata, Y. *et al. Immunity* **15,** 557–567 (2001).
9. Bonfield, T. L. *et al. Am. J. Respir. Cell Mol. Biol.* **29,** 677–682 (2003).
10. Ricote, M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **95,** 7614–7619 (1998).
11. Ricote, M. *et al. Nature* **391,** 79–82 (1998).
12. Malur, A. *et al. Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.* **300,** L73–L80 (2011).
13. Thomassen, M. J. *et al. J. Lipid Res.* **48,** 2762–2768 (2007).
14. Huffman, J. A. *et al. J. Clin. Invest.* **97,** 649–655 (1996).
15. Reed, J. A. *et al. Am. J. Physiol.* **276,** L556–L563 (1999).
16. Kavuru, M. S. *et al. Eur. Respir. J.* **38,** 1361–1367 (2011).
17. Malur, A. *et al. Respir. Res.* **13,** 46 (2012).
18. Happle, C. *et al. Sci. Transl. Med.* **6,** 250ra113 (2014).
19. Guth, A. M. *et al. Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol.* **296,** L936–L946 (2009).
20. Saunders, C. J. *et al. Sci. Trans. Med.* **4,** 154ra135 (2012).

الفيزياء الفلكية

كيف تشكِّل المَجَرّات الصغيرة نجومًا؟

أرصاد لاثنتين من المَجَرّات الخافتة ذات الوفرة المنخفضة من العناصر الأثقل من الهليوم، تشير إلى أن المجرات لديها كفاءة تشكل نجومًا بمقدار عُشر نظيرتها بمَجَرّة درب التبانة والمجرات المشابهة.

بروس إلمجرين

يُدرس تشكُّل النجوم جيدًا في المجرات الساطعة، مثل مجرة درب التبانة، حيث يحدث بواسطة انهيار الجاذبية المحلي في السحب الكثيفة الباردة. تتكون معظم الغيوم من الغازات الذرية وجزيئات الهيدروجين والهليوم، إضافةً إلى وجود جزء صغير من كتلة السحب على شكل جسيمات غبارية تصنع من معادن أكثف (عناصر أثقل من الهليوم). كما قد تشكِّل بعض بقايا الكربون والأكسجين والعناصر الأخرى جزيئات ثقيلة، مثل أول أكسيد الكربون. يُعَدّ الغبار مهمًّا لتشكُّل

S. D. VAN DYK/IPAC/CALTECH/NOAO

النجوم، لأنه يمنع معظم ضوء النجم من الوصول إلى داخل السحب، وهو ما يسمح للجزيئات الثقيلة أن تشع حرارتها بعيدًا لتبرد إلى النقطة التي تتغلب فيها الجاذبية على ضغط الغاز وتصنع النجوم. لا يعرف علماء الفلك الكثير عن تشكُّل النجوم في المجرات البعيدة والصغيرة، وهو موضوع ورقة بحثية أعدّها شي وزملاؤه[1].

تملك المجرات الصغيرة وفرةً أقل من العناصر الثقيلة (المعدنية)، مقارنةً بالمجرات الكبيرة، ومعدل كثافة الغاز لديها أيضًا منخفض، الأمر الذي يجعل الجاذبية داخل السحب ضعيفة نسبيًّا وامتصاص الغبار لضوء النجم قليل نسبيًا. ونتيجةً لذلك.. يظهر تشكُّل النجوم بطيئًا، كما ورد في تقرير شي وزملائه. الفرق الأساسي بين المجرات الصغيرة والكبيرة يكمن في سرعة دورانها، التي ترتبط بالكتلة. فمجرة درب التبانة تدور بشكل سريع حول مركزها، بسرعة أكبر من 200 كيلومتر/ثانية[2]. والدوران السريع يعني أن الجاذبية تربط مجرتنا بإحكام، وأن السرعة التي تمكِّن المواد من الهروب من المجرة عالية، وأن الحطام المعدني الغني القادم من الرياح النجمية وانفجار المستعرات يبقى محصورًا في الوسط بين النجوم. هذا الحطام هو المادة المصنّعة بواسطة التفاعلات النووية داخل النجوم، وهو منشأ العناصر الثقيلة. وبعد دهر كوني لتشكُّل وموت النجوم، فإن المعادن المأسورة تضيف ما يصل إلى بضع نسبة مئوية من الكتلة الكلية للغاز والنجوم بالنسبة إلى المجرات التي بحجم درب التبانة. وهو ما يكفي ليجعل الغبار الناتج يحجب ضوء النجوم من السحابة الداخلية، ويسمح بتشكُّل الجزيئات والتبرد والانهيار ليصبح نجمًا[3].

على النقيض من ذلك.. فإن اثنتين من المجرات التي درسها شي وزملاؤه، وهما السدسية-أ (الشكل 1) وESO 146-G14، تملكان سرعتي دوران منخفضتين (23 و70 كم/ثانية، على التوالي) وتعادل كتلتهما فقط 0.2%، و13% من كتلة درب التبانة[4,5]. هاتان المجرتان أضعف من أن تتمكنا من أسر معظم عناصرهما الثقيلة من فترة حياة المستعرات الفائقة، إضافةً إلى أن وفرة العناصر الثقيلة في هذه المجرات بالنسبة للهيدروجين أقل 10% من الذي تملكه مجرة درب التبانة[6,7]. كما أن الجاذبية الضعيفة تعني أنهما يملكان ضغطًا غازيًّا منخفضًا في المتوسط. ونتيجةً لذلك.. فإننا لا نتوقع أن تتشكل الجزيئات في السحب الكثيفة، ولذا.. فإن وجود النجوم الفتية في هذه المجرات يُعَدّ لغزًا.

تجاوزَ شي وزملاؤه دراسة الجزيئات، وركّزوا بدلًا من ذلك على الغبار المترابط. المشكلة في المجرات منخفضة المعدنية هي أن الغاز الجزيئي يصعب رصده. والهيدروجين الجزيئي في درجات الحرارة المنخفضة التي يتطلبها تشكُّل النجم لا يصدر الإشعاع بكفاءة، أما أول أكسيد الكربون –الجزيء الآخر الأكثر وفرة– فهو نادر الوجود بسبب ندرة كل من الكربون والأكسجين[8]، بيد أنه يمكن الكشف عن الغبار ممزوجًا مع الغاز، وذلك لأنه يشع في مجال الأشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي، ضمن الأطوال الموجية الواقعة بين 10 و1,000 ميكرومتر. يتطلب الكشف بالطبع تليسكوبًا كبيرًا على قمر اصطناعي، نظرًا إلى أن الغلاف الجوي للأرض يمتص معظم الأشعة تحت الحمراء، ويجعل المصادر الكونية غير مرئية تقريبًا من الأرض. جمع شي وزملاؤه أرصاد الغبار من تليسكوبي الفضاء (هيرشل، وسبيتزر) للأشعة تحت الحمراء، إضافةً إلى أرصاد المناطق التي تحوي نجومًا فتية حارة من مرصد الفضاء للأشعة فوق البنفسجية المسمى تليسكوب الفضاء جالِكس (GALEX)، وذلك لتحديد كتل الغبار ومعدلات تشكل النجوم في مجرتي السدسية-أ وESO 146-G14. حصل المؤلفون كذلك على كتلة الهيدروجين الذري من أرشيف الأرصاد الراديوية الأرضية[9,10].



الشكل 1 | مجرة قزمة غير منتظمة. السدسية-أ هي مجرة صغيرة وباهتة، تمتد حوال 1,500 فرسخ. في هذا المشهد، تقع نجوم السدسية-أ (الزرقاء) خلف نجوم مجرة درب التبانة الساطعة الأمامية (الصفراء).

النتيجة الرئيسة لدراسة شي وزملائه هي وجود ضوء للأشعة تحت الحمراء أكثر بكثير مما هو متوقع بالنسبة إلى الهيدروجين الذري ومعدلات تشكُّل النجوم الموجودة في هاتين المجرتين. والمزيد من الأشعة تحت الحمراء يعني وجود غبار أكثر مما هو متوقع، وغاز أكثر كذلك، بالنظر إلى الوفرة المنخفضة للعناصر الثقيلة الموجودة هناك. وبالإضافة إلى ذلك.. فهذا الغاز يجب أن يكون جزيئيًّا، لأنه لم يرصد هيدروجينًا ذريًّا بشكل كافٍ. استنتج شي وزملاؤه أن الكتلة الكبيرة للجزيئات غير المرئية يجب أن تكون موجودة بالقرب من مناطق تشكُّل النجوم المرصودة. ومع ذلك.. توجد مشكلة مع معدَّلات حدوث تشكُّل النجوم، التي ينبغي أن تكون أكبر بعشرة أضعاف مما هي عليه الآن، إذا كانت كفاءة تشكُّل النجوم (المعدّل لكل جزيء) هي نفسها في مجرة درب التبانة ومجرات مماثلة. أسباب هذه الميزات الغريبة غير معروفة. فقد استندت نماذج سابقة[11,12] لمعدلات تشكل النجوم المنخفضة في هكذا مجرات على جزيئات مُنِعَت دون التشكُّل في المقام الأول، إلا أن هذا لا يحدث على ما يبدو في مَجَرَّتَي السدسية-أ وESO 146-G14.

يجب على علماء الفلك فَهْم الكثير عن السحب الجزيئية، وتشكُّل النجوم في المستويات المعدنية المنخفضة في السنوات القليلة القادمة. صمم تليسكوب تداخل جديد، هو مصفوفة أتاكاما الكبيرة الملّيمترية ودون الملّيمترية (ألما) في شيلي، للكشف عن الانبعاثات الخافتة من الجزيئات والغبار[13]. الآن، وفي السنة الثالثة من الأرصاد، نجد أن ألما من القوة بما يكفي لرسم خريطة، حتى للجزيئات النادرة، مثل أول أكسيد الكربون في وفرة العناصر المتناثرة للمجرات البعيدة. سيتيح هذا تحديد درجات الحرارة والكثافات وحركة غاز تشكُّل النجوم من البصمات الطيفية للجزيئات.

المجرّتان السدسية-أ وESO 146-G14 مثالان لما يمكن أن يكون شكل المجرات في أول مليار سنة بعد الانفجار الأعظم. حتى المجرات المستقبلية الشبيهة بدرب التبانة كانت صغيرة آنذاك، وكانت لديها عناصر ثقيلة قليلة نسبيًّا[14]. إنَّ فَهْم تشكُّل النجوم في المجرات الصغيرة جدًّا في فنائنا الخلفي قد يعطينا رؤية معتبرة عن تشكُّل أوّل النجوم في الكون. ■

بروس إلمجرين يعمل في مركز أبحاث IBM بوسطن، يورك تاون هايتس، نيويورك، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: bge@us.ibm.com

1. Shi, Y. *et al. Nature* **514,** 335–338 (2014).
2. van der Kruit, P. C. & Freeman, K. C. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **49,** 301–371 (2011).
3. McKee, C. F. & Ostriker, E. C. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **45,** 565–687 (2007).
4. Filho, M. E. *et al. Astron. Astrophys.* **558,** 18 (2013).
5. Karachentsev, I. D., Karachentseva, V. E., Huchtmeier, W. K. & Makarov, D. I. *Astron. J.* **127,** 2031–2068 (2004).
6. Kniazev, A. Y. *et al. Astron. J.* **130,** 1558–1573 (2005).
7. Bergvall, N. & Rönnback, J. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **273,** 603–614 (1995).
8. Elmegreen, B. G. *et al. Nature* **495,** 487–489 (2013).
9. Ott, J. *et al. Astron. J.* **144,** 123 (2012).
10. Peters, S. P. C. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1303.2463 (2013).
11. Ostriker, E. C., McKee, C. F. & Leroy, A. K. *Astrophys. J.* **721,** 975–994 (2010).
12. Krumholz, M. R. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **436,** 2747–2762 (2013).
13. Hand, E. *Nature* **495,** 156–159 (2013).
14. Mannucci, F. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **398,** 1915–1931 (2009).

فيزياء المعجِّلات

ركوب الأمواج في "سلاك"

يستطيع حارق لاحق بلازمي بطول 30 سم فقط تعجيل الإلكترونات مئات المرات أسرع من المعجِّلات التقليدية العملاقة. قد تفتح هذه النتائج تقنية منخفضة التكلفة لمصادمات الجسيمات.

مايك داونر، ورافال زجادزاي

في نوفمبر من عام 2012، ذكرت موسوعة جينيس للأرقام القياسية العالمية أن 120 من راكبي الأمواج في أستراليا استطاعوا ركوب الموجة نفسها في وقت واحد لأكثر من 5 ثوان[1]. يقول رئيس الفريق ويس سميث، "كانت البراعة أنهم استطاعوا جميعًا فعل الشيء نفسه في الوقت ذاته. لقد كانت عملية بدقة شبه عسكرية، استطعنا أخيرًا الوصول إليها". الآن، يذكر ليتوس وزملاؤه[2] في عملهم في مختبر المعجلات الوطني سلاك SLAC في مينلو بارك، كاليفورنيا، أنهم أيضا استطاعوا الوصول إلى الدقة نفسها، من خلال ركوب نصف مليار من إكترونات بطاقة 20 مليار إلكترون-فولت، على موجة شحنة-كثافة شديدة الانحدار بحجم العوالق النباتية البحرية، تتحرك خلال غازات متأينة (بلازما).كانت الموجة مدفوعة من قِبَل حزمة إلكترونية مصاحبة تندفع بسرعة تقترب من سرعة الضوء خلال غرفة طولها 30 سنتيمترًا مليئة بالبلازما (الشكل 1).

على الرغم من أن هذه التجربة الافتتاحية فقدت حوالي 90% من الإلكترونات الراكبة خلال التجربة، إلا أن الإلكترونات المتبقية قيد الموجة قد اكتسبت 1.6 مليار إلكترون-فولت أو 1.6 جيجا إلكترون-فولت (جيف)، في مجال طاقة لا مثيل له من الاتساق، محافظةً على ما يقرب من 1% من الطاقة المنتشرة خلال التجربة، بينما استهلكت جزءًا غير مسبوق من طاقة الموجة (يصل إلى 30%). تطلَّب هذا التعجيل الإلكتروني الموحد الفعّال من الباحثين حقن حزمة ركوب إلكترونية في الموجة، وتعديل شحنة وشكل الحزمة، مع دقة شبه عسكرية، أصبحت ممكنة بمعجل سلاك بواسطة مرفق معجل العلوم والاختبارات التجريبية[3] (FACET)، الذي تكلف 15 مليون دولار مؤخرًا. ولأن موجة البلازما تستطيع تعجيل الإلكترونات 500 مرة أسرع من معجل جسيمات سلاك الرئيس، فالنتيجة تبشر بجيل جديد من غرف "الحارق اللاحق البلازمية" المدمجة التي يمكن أن ترفع طاقة معجلات الجسيمات التقليدية، وتقلل من التكلفة الهائلة لأجهزة فيزياء الطاقات العالية[4].

قبل سبع سنوات، وحتى قبل اقتراح مرفق معجل العلوم والاختبارات ، استخدم الفريق نفسه حزمات أحادية من حوالي 10 مليارات من الإلكترونات بطاقة 42 GeV، واستطاعوا تعجيلها على كامل طول 3.2 كيلومتر من جهاز سلاك SLAC الرئيس لاستثارة موجة بلازما مماثلة[5]. تم التقاط عدد من الإلكترونات من ذيل الحزمة الإلكترونية الدافعة في أثر الحزمة الدافعة، ثم تعجيلها إلى ما يصل إلى 84 GeV، أي ضعف طاقة الإلكترونات في الحزمة الدافعة الأصلية، داخل غرفة بلازما طولها متر. ومع ذلك.. فإن الإلكترونات الخارجة من هذا الجيل الأول من الحارق-اللاحق البلازمي تراوحت طاقتها بين أقل من حوالي 35 GeV إلى 84 GeV، حيث كانت الإلكترونات المتباطئة أكثر من المعجلة، وتركت معظم طاقة موجة البلازما غير مستغلة. مرفق معجل العلوم والاختبارات - الذي يتشارك الآن سلاك مع مصدر ضوء ليناك المترابط Linac Coherent Light Source، وبالتالي يبدأ بتعجيل



الشكل 1 | تكثيف الطاقة. مُسَرِّع سلاك الرئيس، والظاهر هنا من صورة جوية، يعجل حزم إلكترونية بطاقات من 0 إلى 20 جيف خلال 2كم، مما يعني أنه يضيف 0.01 GeV إلى كل إلكترون لكل متر. هذا المرفق الجديد لعلوم المعجلات والاختبارات التجريبية (FACET) المستخدم من قِبَل ليتوس وزملائه[2] يفصل الحزم الإلكترونية ذات الـ20 GeV إلى حزمتين مترادفتين، بحيث يتم التحكم فيهما بشكل مستقل. تخلق الحزمة الرائدة معجلًا ميكروميتريًّا جديدًا داخل غرفه بطول 30 سم (أعلى)، ومن ثم تدفع موجة شحنة-كثيفة في غاز متأين، تشبه إلى حد كبير قاربًا يثير خلفه أثرًا في الماء. الحزمة الخلفية تركب أثر الحزمة الرائدة، وعند وضعها على الوجه الأمثل، تستطيع انتزاع ما يصل إلى 30% من طاقتها، وزيادة طاقة كل إلكترون بنسبة 1.6 GeV فقط في 30 سم.

إلكترونات بطاقة 20 GeV خلال جزء من طول سلاك SLAC - صمم لتصحيح هذه العيوب. يستغل المرفق تكنولوجيا شعاع جسيمات جديدة لتقسيم حزمات سلاك الإلكترونية إلى حزمتين مترادفتين، بحيث يمكن السيطرة على زمن انفصالهما، وشحنتيهما، وشكلهما، بشكل مستقل إلى حد ما.

في تجارب جديدة، استخدم الباحثون ما يزيد قليلًا عن نصف حزمة سلاك ذات الـ20 GeV لدفع موجة بلازما، ومن ثم قاموا بتوقيت توأمه المتساوي معه في الشحنة للاقتران به خلفه بمقدار سُمْك شعرة، حيث ركب قلبه على مجال كهربي هائل لأثر الحزمة الدافعة. وبدون الحزمة الراكبة الخلفية، سيكون هذا المجال بعيدًا عن الانتظام، ليتباين بمقدار من 3 إلى 10 مليارات فولت لكل متر (حقول أقوى مما تستطيع المادة العادية غير البلازمية مقاومته) فقط خلال منطقة صغيرة جدًّا، تم فيها ضبط الحزمة الراكبة بشق الأنفس.

لو حقن الباحثون حزمة راكبة بشحنة أقل؛ لكانت قد عانت من المصير نفسه كما هو الحال في التجربة السابقة من خلال فقد الطاقة. وهذا من شأنه أن يجعلها غير صالحة لتطبيقات فيزياء الطاقات العالية، التي تتطلب طاقة جسيم يمكن ضبطها بالتحديد لإبداع جسيمات جديدة، والتعرف عليها، مثل بوزون هيجز. ومع ذلك.. أخذ ليتوس وزملاؤه ميزة الفيزياء المستفادة من المحاكاة الحاسوبية[6] ليبيِّنوا أن حزمة راكبة عالية الشحنة يمكن أن "تثقل" مؤخرة البلازما، وتعمل على تسطيح مجالاتها الكهروستاتيكية موضعيًّا. يبدو ذلك كما لو كان لراكبي الأمواج الأستراليين الـ120 وزن جماعي كاف لتسطيح أمواج المحيطات المنحنية إلى مستوى مائل، حتى يتسنى لهم التسارع بالمعدل نفسه. هذه المهارة حلت مشكلتين في آن واحد، فقد مكنت حزمة عالية الشحنة من التسارع بالطاقة نفسها تقريبًا، مع تعظيم استخراج الطاقة من أعقاب البلازما.

هل يمكن لركوب موجات البلازما أن يفي بالاحتياجات المستقبلية لأبحاث فيزياء الطاقات العالية، التي تشمل حزمات إلكترونية ذات طاقة وشحنة ومعدل تكرار وتركيز عال بما فيه الكفاية، حتى يمكن تخليق كميات ملحوظة من جسيمات جديدة، التي قد تكون كامنة في العالم السفلي الكوني؟ إنّ الحُكْم لم يصدر بعد.. فالطاقة المكتسبة حاليا 1.6 GeV (بدءًا من 20 GeV) ليست أكبر من تلك التي يتم الحصول عليها عن طريق معجلات البلازما المدفوعة بنبضات ضوئية من الليزر (بدءا من الصفر)[7]، وهي أدوات أصغر بكثير وأقل تكلفة من سلاك. ومع ذلك.. تكتسب معجلات البلازما المدفوعة بالإلكترونات بسهولة عشرات جيجا إلكترون-فولت عن نظائرها الذين يحركهم الليزر، كما هو موضح في العمل السابق[5].

ستكون تكنولوجيا محسَّنة للتحكم في تشكيل-الحزمة أكثر ملاءمة لحزم راكبة لموجات البلازما، لتزيد معدل بقاء الإلكترونات، وبالتالي عدد الإلكترونات المعجّلة، بيد أن بوزون هيجز لديه كتلة تعادل 126 GeV، والنظريات الفيزيائية، مثل التناظر الفائق، تتنبأ بجسيمات إضافية لها كتل أكبر من هيجز، يمكن أن تكون مصدر "المادة المظلمة" المحيرة التي يبدو أنها تشكل حوالي 25% من الكون. وإيجاد وتحديد هذه الجسيمات الكونية الجديدة يمكن أن يضع حدود الطاقة المستقبلية عند عدة آلاف جيجا إلكترون-فولت. الوصول إلى هذه الطاقات سيتطلب على الأرجح معجلات بلازما متعددة المراحل ومتزامنة. لذلك.. تُعَدّ تحديًا تقنيًّا صعبًا، وغير مستكشَف إلى حد كبير، نظرًا إلى أبعاد موجات البلازما الميكرومترية.

هناك اقتراح بديل مثير للاهتمام، وهو إثارة موجات البلازما مع حزم بروتونات ذات طاقات عالية جدًّا، تعمل كتلتها الكبيرة على دفع موجات البلازما لمئات الأمتار، وبالتالي تعجيل الإلكترونات إلى حدود الطاقة القصوى في مرحلة واحدة[8]. في كلتا الحالتين، يتخلف تعجيل بلازما البوزيترون

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

(مضاد إلكترون) كثيرًا عن تعجيل الإلكترونات، نظرًا إلى أن موجات البلازما تتشكل، مثل تلك الموجودة في التجربة الحالية، مما يشتت ركوب حزم البوزيترونات ويضيع فائدتها. إنّ تعجيل البوزيترون مهم للاصطدامات عالية الطاقة بين الإلكترونات والبوزيترونات، حيث إنهما زوج طبيعي من مادة-ومادة مضادة، مما يخلق مجموعة غنية من منتجات التصادم بكفاءة أعلى من اصطدامات إلكترون-إلكترون، مثلًا، وبالتالي تقدِّم واحدة من أكثر الطرق الواعدة لاكتشاف الجسيمات. يُعَدّ وضع مرفق معجل العلوم والاختبارات، مع إمكانية سلاك لمرافقة شعاع بوزيترونات، فريدًا لاستكشاف طرق جديدة لتشكيل موجات البلازما بالمضي قدمًا في تعجيل بوزيترونات معتمد على البلازما.

أخيرًا، حتى لو تحققت الطاقات والشحنات المطلوبة لمصادم إلكترون-بوزيترون، يحتدم النقاش حول ما إذا كان يمكن لحزم جسيمات مركزة راكبة على البلازما أن تسفر عن اكتشاف-جسيمات بمعدلات تنافسية مع تلك التي تحققت مع تكنولوجيا المسرعات التقليدية[9–11]، وهذا يكمن وراء مقترحات لمصادمات بطول عشرات الكيلومترات، مثل المصادم الخطي الدولي والمصادم الخطي المدمج. ورغم هذه الشكوك، تغلب ليتوس وزملاؤه على واحد من أصعب التحديات حتى الآن في سعيهم الطويل للحصول على معجلات صغيرة بأسعار معقولة، وقدّموا لمجتمع ركوب-البلازما كل الأسباب للمُضِيّ قدمًا. ■

مايك داونر، و**رافال زجادزاي** يعملان في قسم الفيزياء، جامعة تكساس في أوستن، تكساس 78712-1081، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: downer@physics.utexas.edu

1. www.worldrecordacademy.com/sports/most_surfers_riding_the_same_wave_120_surfers_set_world_record_113137.html
2. Litos, M. *et al. Nature* **515,** 92–95 (2014).
3. Hogan, M. J. *et al. New J. Phys.* **12,** 055030 (2010).
4. Lee, S. *et al. Phys. Rev. ST Accel. Beams* **5,** 011001 (2002).
5. Blumenfeld, I. *et al. Nature* **445,** 741–744 (2007).
6. Tzoufras, M. *et al. Phys. Rev. Lett.* **101,** 145002 (2008).
7. Wang, X. *et al. Nature Commun.* **4,** 1988; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms2988 (2013).
8. Caldwell, A., Lotov, K., Pukhov, A. & Simon, F. *Nature Phys.* **5,** 363–367 (2009).
9. Schroeder, C. B., Esarey, E. & Leemans, W. P. *Phys. Rev. ST Accel. Beams* **15,** 051301 (2012).
10. Lebedev, V. & Nagaitsev, S. *Phys. Rev. ST Accel. Beams* **16,** 108001 (2013).
11. Schroeder, C. B., Esarey, E. & Leemans, W. P. *Phys. Rev. ST Accel. Beams* **16,** 108002 (2013).

تغير المناخ

شَــرْخ في "جِسْــر" الغــاز الطبيعي

تظهر نماذج التقييم المتكاملة أنه بدون سياسات جديدة حول المناخ، لن تكون للكميات الوافرة من الغاز الطبيعي سوى تأثيرات قليلة في التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة وتغيُّر المناخ.

ستيفن ديفيز، وكريستين شيرر

ينتج حرق الوقود الأحفوري (مثل الفحم والغاز والنفط) أكثر من 80% من كميات الطاقة في العالم، وأكثر من 90% من مجمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. يعتمد إبطاء، ومن ثم إيقاف، ظاهرة تغير المناخ العالمي على إزالة الكربون، أي تحويل منظومة الطاقة العالمية إلى منظومة لا تؤدي إلى ضخ ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي. ولأن محطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي لا تطلق إلا نصف الانبعاثات التي تطلقها المحطات العاملة بالفحم، وذلك لكل وحدة طاقة إنتاجية، فالتوسع المأمول في إنتاج الطاقة عن طريق الغاز وباستخدام تقنيات التكسير المائي أصبح بمثابة حل يحمل الكثير من الأمل، كوسيلة لتقليل الانبعاثات[1]. بهذه الطريقة، يمكن للاستبدال التدريجي للنفط والفحم بالغاز أن يساهم في إزالة الكربون من قطاع الطاقة[2]، ويعمل بمثابة "جسر" للمستقبل البعيد، حيث تصبح تقنيات الطاقة المتجددة وعديمة الكربون قابلة للاعتماد عليها، وأقل كلفة مما هي عليه الآن[3]. يكشف مكجيون وزملاؤه[4] عن وجود خلل خطير في جسر الغاز هذا، ففي حال غياب أية سياسات جديدة للتصدي لتغير المناخ، فالتزويد الإضافي لكميات الغاز الطبيعي لن يحقق سوى تأثيرات محدودة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ويمكن أن يؤدي ـ في واقع الأمر ـ إلى تأخير الوصول إلى مرحلة إزالة الكربون من منظومة الطاقة العالمية.

تكشف نتائج مكجيون وزملائه عن تأثيرين أساسيين، أولهما أن وجود كميات وفيرة من الغاز يجعل أسعار الطاقة أرخص، وبالتالي يسهم في تشجيع الزيادة في استهلاك الطاقة ويعطل من الاستثمارات في كفاءة الطاقة. ثانيهما، أن الغاز الطبيعي يتنافس في السوق، ليس فقط مع الفحم، بل أيضًا مع مصادر الطاقة قليلة الكربون، مثل الطاقة المتجددة والنووية.

طرحت دراسات سابقة أسئلة حول جدوى المكاسب المناخية للغاز الطبيعي مقارنة بالفحم، بسبب إمكانية تسلل الميثان (غاز دفيء)، وهو أحد نواتج عملية استخراج ونقل الغاز الطبيعي، إلى الغلاف الجوي[5]. بدأ الباحثون مؤخرًا بأخذ تأثيرات الغاز الطبيعي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إطار أسواق الطاقة الواسع بعين الاعتبار[6–9]. وتُعتبر دراسة مكجيون وزملائه هي الدراسة الأولى المحكَّمة التي تقوم بهذا التحليل على المستوى العالمي، إذ استخدمت الدراسة خمسة نماذج مستقلة لتحليل اقتصاد الطاقة، وذلك لمحاكاة تأثير تزويد الغاز الطبيعي على النظام العالمي للطاقة، وعلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز والهباء الجوي مثل ثاني أكسيد الكبريت والكربون الأسود. تقارن هذه الدراسة ما بين تزويد الطاقة التقليدي مع حالة تكون فيها أسعار الغاز الطبيعي منخفضة بمقدار النصف، وتقيّم التأثيرات النهائية للانبعاثات على النظام المناخي في اثنين من السيناريوهات.

في كافة النماذج الخمسة التي استخدمها الباحثون كانت هناك اختلافات طفيفة فقط في كميات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتأثيرها على المناخ (الشدة المناخية) ما بين سيناريو الطاقة التقليدي وسيناريو زيادة كميات إسهام الغاز الطبيعي. في الحد الاقصى أسهم الغاز الطبيعي في تخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 2% ما بين 2010 و2050، وقلل من الشدة المناخية بنسبة ضئيلة وهي 3% خلال الفترة نفسها. في عديد من هذه النماذج حدثت زيادة في كميات الانبعاثات والشدة المناخية ضمن سياق زيادة تزويد الغاز الطبيعي، لكن الأرقام الحقيقية ليست بالأهمية ذاتها، مقارنة بالرؤية الشاملة، التي تشير إلى أنه في حال كان الهدف هو تجنب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أو تسريع التحول نحو نظام طاقة عديم الكربون، فإن الطفرة العالمية في الغاز الطبيعي لا تُعتبر بديلًا عن السياسات السليمة في الطاقة والمناخ.

بالفعل، وبإعادة تشكيل بعض نتائج دراسة مكجيون وزملائه، من الممكن ملاحظة المدى الذي يسهم فيه توفر كميات كبيرة من الغاز في إبطاء التحول نحو مصادر الطاقة منخفضة الكربون والمتجددة، مثل طاقة الرياح

الشكل 1 | النمو النسبي في إنتاج الكهرباء من الغاز والكهرباء المتجددة. تعتبر نسبة الغاز الطبيعي إلى الطاقة المتجددة المستخدمة في إنتاج الكهرباء حساسة لمدى توافر الغاز الطبيعي غير المكلف. يشير الخطان الأحمر والأزرق إلى المعيار الحسابي لهذه النسبة أثناء استخدام خمسة نماذج لاقتصاد الطاقة بواسطة مكجيون وزملائه[4] لتطوير سيناريوهات ترتبط بتوافر الغاز الطبيعي وموارد الغاز التقليدية، بينما تشير المنطقة المظلَّلة إلى كامل المدى الزمني الذي تمر به النماذج المختلفة. في الحالات التي تكون فيها كميات الغاز المتوفرة أقل (في السيناريو التقليدي)، تبدأ مصادر الطاقة المتجددة المنتجة للكهرباء بالنمو أسرع من الغاز خلال عشر سنوات ضمن سياق السنوات الأربعين التي يظهرها النموذج. وفي حال توافر كميات كبيرة من الغاز، ينمو استخدام الغاز بطريقة أسرع من الطاقة المتجددة على امتداد الفترة المستخدمة في النموذج، وغالبًا بعدها أيضًا.

والطاقة الشمسية. يبين الشكل 1 نسبة الغاز الطبيعي إلى الطاقة المتجددة المستخدمة لإنتاج الكهرباء في النموذج المستخدم من قبل الباحثين ما بين عامي 2010 و2050. في السباق ما بين الوقود الأحفوري والطاقة منخفضة الكربون تشير الخطوط الواردة في الشكل (التي تمثل المعدل الحسابي للنماذج الخمسة المستخدمة) إلى نوع الطاقة الذي يحقق يزداد انتشارًا. في سيناريو الطاقة المتوفرة من الغاز الطبيعي لا تتراجع النسبة أبدًا، حيث تتقدم مصادر الطاقة المنتجة بالغاز الطبيعي بمراحل كبيرة على الطاقة المتجددة خلال فترة الأربعين سنة التي يغطيها النموذج. ولكن في سيناريو الطاقة التقليدية تبدأ النسبة بالتراجع بدايةً من عام 2020، بحيث تبدأ الطاقة المتجددة في التنافس مع مصادر الطاقة الأخرى.

تفترض دراسة مكجيون وزملاؤه أنه لن تكون هناك سياسات محددة لتقليص انبعاثات غازات الدفيئة، أو لدعم الطاقة منخفضة الكربون أكثر مما هو موجود حاليًّا. ويجب أن يتم إجراء أبحاث أخرى لتقييم مدى كفاءة السياسات المختلفة في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وإزالة الكربون من نظام الطاقة العالمي. وبالمثل، ربما تكون نتائج الباحثين حساسة للافتراضات المتعلقة بكلفة التكنولوجيا منخفضة الكربون على امتداد الوقت، ويمكن للتحليل المنهجي لهذه الحساسية أن يسهم بتقديم معلومات مناسبة لمصادر التمويل والسياسات الخاصة بالطاقة. وأخيرًا، هناك حاجة إلى دراسات أخرى لتقييم المدى الذي يمكن استخدام الغاز الطبيعي بطريقة استراتيجية فيه؛ لتحقيق التكامل والمساندة للتقنيات المختلفة للطاقة المتجددة، عن طريق توفير مصادر طاقة مساندة ومرنة يمكن أن تتقدم بقوة في المستقبل[10]. يمكن لهذه التطبيقات أن تقدم نتائج مختلفة تمامًا بالنسبة لإزالة الكربون وتراكم كميات ثاني أكسيد الكربون. وبدلًا من القيام ببساطة ببناء أسطول كبير من محطات الطاقة التي تعمل بالغاز، وتقوم بدورها بحجز كميات من الانبعاثات المحددة[11]، إذا تَمَكَّنَّا من تطوير التقنية والسياسات بطريقة سليمة؛ يمكن أن يساعدنا الغاز الطبيعي في كبح الانبعاثات بالعمل معًا مع مصادر الطاقة المتجددة، وليس ضدها.

يوضح التحليل المتكامل الذي قام به مكجيون وزملاؤه أن مقياس الانبعاثات لكل وحدة طاقة ضعيف وغير معبر عن مصادر الطاقة الخاضعة للتطوير حاليًّا. يمكن أن تكون الاختلافات ما بين الانبعاثات من مصادرها المختلفة في حال تم قياسها بشكل منعزل غير ذات صلة، إذا أخذنا بعين الاعتبار مدى تعقيد أسواق الكربون. وتُعتبر هذه الدراسة الدليل الأكثر قوة حتى الآن على أن التوسع في تزويد الطاقة عن طريق الغاز الطبيعي لن يساعدنا في تجنُّب تغيُّر المناخ، وإدارة التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة في غياب سياسات مناخية فعالة. ■

ستيفن ديفيز، و**كريستين شيرر** يعملان في كلية علوم أنظمة الأرض في جامعة كاليفورنيا بإرفين، إرفين، ولاية كاليفورنيا 92697، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: sjdavis@uci.edu ; cesheare@uci.edu

1. www.bbc.com/news/uk-politics-25705550
2. Ausubel, J. H., Grübler, A. & Nakicenovic, N. *Clim. Change* **12,** 245–263 (1988).
3. Podesta, J. D. & Wirth, T. E. *Natural Gas: A Bridge Fuel for the 21st Century* (Center for American Progress, 2009); http://cdn.americanprogress.org/wp-content/uploads/issues/2009/08/pdf/naturalgasmemo.pdf
4. McJeon, H. *et al. Nature* **514,** 482–485 (2014).
5. Brandt, A. R. *et al. Science* **343,** 733–735 (2014).
6. Huntington, H. *EMF26: Changing the Game? Emissions and Market Implications of New Natural Gas Supplies* (Energy Modeling Forum, 2013).
7. Newell, R. G. & Raimi, D. *Environ. Sci. Technol.* **48,** 8360–8368 (2014).
8. Shearer, C., Bistline, J., Inman, M. & Davis, S. J. *Environ. Res. Lett.* **9,** 094008 (2014).
9. International Energy Agency. *Golden Rules for a Golden Age of Gas* (IEA, 2012).
10. Channell, J., Lam, T. & Pourreza, S. *Shale & Renewables: A Symbiotic Relationship* (Citi Res., 2012).
11. Davis, S. J. & Socolow, R. H. *Environ. Res. Lett.* **9,** 084018 (2014).

علْم المناعة

جَـوِّع الحُمَّـى، لتُطعِـم الميكروبـات الحيويـة

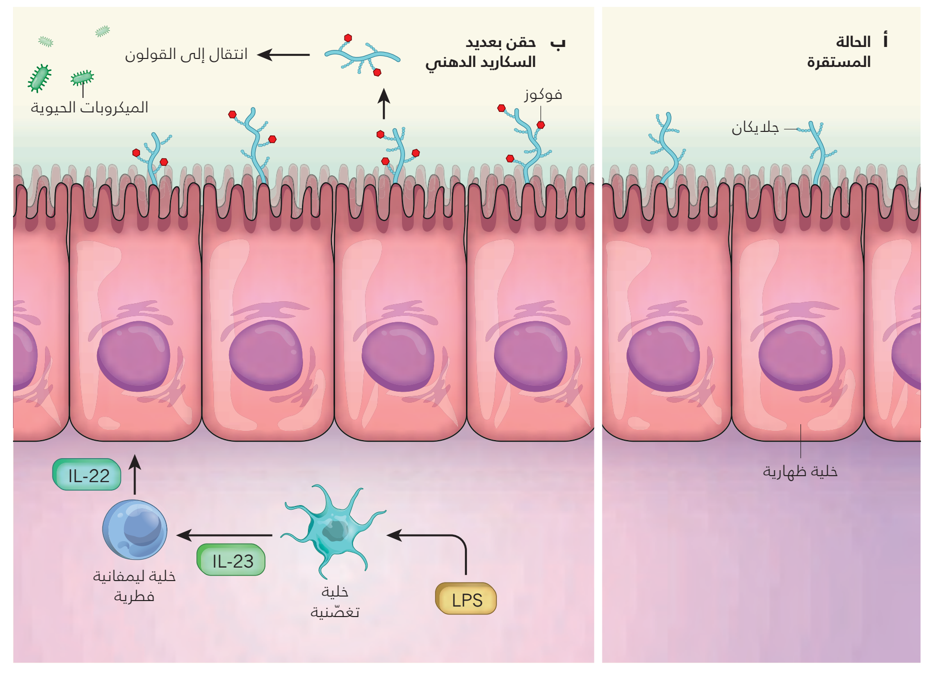
وَجَدَت دراسة أن الخلايا المبطنة للمعيّ تم تعديلها استجابةً لعدوى جهازية، رافعة مِن تحمُّل المضيف لحالة العدوى بطريقة تعتمد على الميكروبات المستوطنة في المعي.

سيث راكوف - ناحوم، ولوري كومستوك

ثمة علاقة منفعة متبادلة بين الثدييات ومجموعة الميكروبات التي تعيش في أمعائها، والتي تُعرف باسم المجالات الحيوية المعوية (الميكروبات الحيوية)، وهي تستفيد من بيئة غنية بالمواد الغذائية والعناصر المغذية المستمدة من المضيف، وتوفّر لمضيفها فوائد جمّة، ابتداءً من القدرات المناعية والهضمية، وانتهاءً بمقاومة استعمار العوامل المُمْرِضَة.

يصف بيكارد وزملاؤه[1] وجهًا آخر لهذه المنافع والمصالح المتبادلة، إذ يظهر أنه في نموذج العدوى الجهازية، يعدّل المضيف الجزيئات السطحية للخلايا الظهارية المبطنة للمعي، مما يزيد من لياقة المضيف بطريقة تعتمد على ميكروباته الحيوية.

بدأ المؤلفون دراستهم بطرح سؤال عن كيفية الحفاظ على الميكروبات الحيوية النافعة خلال فترة تناقص استهلاك الغذاء ـ المعروفة باسم فقدان الشهية ـ والمترافقة بالعدوى



الشكل 1 | إعداد وجبة من المرض. أ، في ظروف الاستقرار، لا يجري تحريض الارتباط بالفوكوز (إضافة مجموعات الفوكوز إلى سلاسل الجلايكان في الجزيئات المفرزة إلى سطح الخلية) في المعي الدقيق. **ب.** حقن بيكارد وزملاؤه[1] الفئران بعديد السكاريد الدهني (LPS)، مما يقلّد حالة العدوى الجهازية، ومن ضمنها تناقص استهلاك الغذاء. وذكروا أن هذا يؤدي إلى تحرير الجزيء الذي يرسل إشارات للخلايا، إنترلوكين-23 (IL-23)، من الخلايا التغصنية في الجهاز المناعي. يقود IL-23 إنتاج IL-22 من الخلايا الليمفانية الفطرية، محرضًا التعبير عن الجين الذي يرمّز الإنزيم الناقل لرابط الفوكوز *Fut2*، (غير ظاهر) في الخلايا الظهارية للمعي الدقيق. يحفّز *Fut2* الارتباط بالفوكوز، لكي تتحرر الجزيئات الحاوية على الفوكوز فيما بعد في لمعة المعي، حيث تتنقل إلى القولون. وهنا، يتحرر الفوكوز وتستهلكه أعضاء الميكروبات الحيوية. وترتبط هذه العملية بازدياد تحمل العدوى في المضيف.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الجهازية في المضيف. توجد السكريات المستمدة من المضيف مثل الفوكوز fucose على الظهارة المعوية، وتعمل كبديل عن مصادر الغذاء المتناولة من أجل ميكروبات الأمعاء الحيوية. لذا.. عمد بيكارد وزملاؤه لتقييم عملية الارتباط بالفوكوز fucosylation (إضافة الفوكوز إلى الجزيئات التي ستفرز فيما بعد إلى سطح الخلية) في الأمعاء الدقيقة بعد الإعطاء الجهازي للجزيئات المستمدة من البكتيريا، مثل عديد السكاريد الدهني(LPS) التي يتم التعرف إليها عن طريق بروتينات خاصة بالمستقبلات المشابهة للممرات (TLRs). يقلِّد الإعطاء بهذه الطريقة عدوى بكتيرية، ويسبِّب ظهور أعراض المرض، ومن ضمنها فقدان الشهية. أظهر الباحثون أن الإعطاء الجهازي لعديد السكاريد الدهني يؤدي إلى ارتباط سريع ومستديم بين الفوكوز والبروتينات السكرية في جميع أنحاء الأمعاء الدقيقة. وتنطلق هذه البروتينات السكرية المرتبطة بالفوكوز في لمعة الأمعاء، حيث تتحرر بقايا الفوكوز لتستهلكها البكتيريا المستوطنة في القولون.

وجد بيكارد وزملاؤه أن الإعطاء الجهازي لعديد السكاريد الدهني يحرِّض إطلاق الجزيء الذي يرسل إشارات للخلايا، انترلوكين-23 (IL-23)، من الخلايا التغصّنية في الجهاز المناعي الفطري، الذي ينشّط بدوره الخلايا الليمفانية الفطرية؛ لكي تطلق IL-22. يؤدي هذا إلى التعبير عن جين خاص بالانزيم الناقل لرابط الفوكوز fucosyltransferase *Fut2*، في الخلايا الظهارية للأمعاء الدقيقة، مما ينتج عنه إضافة الفوكوز إلى جزيئاتها السطحية (الشكل 1).

بعد ذلك، أظهر الباحثون أن الفئران التي تفتقر إلى *Fut2* استعادت الوزن بصورة أبطأ بعد فقدان الشهية المحرَّض بإعطاء عديد السكاريد الدهني، مقارنةً بفئران مجموعة المراقبة، مشيرين إلى أن الارتباط بالفوكوز في هذه الظروف، مفيد للمضيف. إضافة إلى ذلك.. تعتمد هذه الفائدة على وجود الميكروبات الحيوية، لأن الفئران الخالية من الجراثيم ، أو مستنفدة الجراثيم الحيوية، أظهرت أيضًا خللًا في اكتساب الوزن في حالات نقص الشهية المحرض بإعطاء عديد السكاريد الدهني، على الرغم من أن خلاياها الظهارية رُبطت بالفوكوز.

أخيرًا، وللتأكد مما إذا كان الارتباط بالفوكوز يحسّن لياقة المضيف أثناء العدوى، نقل بيكارد وزملاؤه في العمل عدوى العامل الممرض المعوي 'ليمونية القوارض' (*Citrobacter Rodentium*) إلى الفئران المفتقرة لـ*Fut2* أو مجموعة المراقبة، وأظهروا أن الارتباط بالفوكوز القابل للتحريض، استجابةً لإعطاء عديد السكاريد الدهني أمر حاسم للحد من كل من: تكاثر خلايا القولون (فرط التنسّج) ـ ويشير إلى تلف الأنسجة ـ وفقدان الوزن أثناء العدوى. ربما لا تحدث هذه الفائدة بسبب زيادة المقاومة للعدوى، لأن المستويات الكلية لليمونية القوارض في الأمعاء الدقيقة كانت متشابهة لدى الفئران التي تحتوي على *Fut2* وتلك التي تفتقر إليه. ونظرًا إلى أن الأضرار التي تلحق بالمضيف مستقلة عن عبء العامل الممرض، فمن المحتمل أن يتمكن هذا التأثير الخاص بالميكروبات الحيوية من تحسين لياقة المضيف عن طريق تحمل المرض[2,3].

ومؤخرًا، حدد جوتو وزملاؤه[4] مسارا جزيئيا يشارك في الارتباط بالفوكوز المحفّز بالميكروبات الحيوية على ظهارة الأمعاء الصغيرة في الظروف الطبيعية 'المستقرة'، وهو يتشابه مع المسار الجهازي المحرض بإعطاء عديد السكاريد الدهني الذي وصفه بيكارد وزملاؤه. تقدم كلتا الدراستين دليلًا على أن الارتباط بالفوكوز يعتمد على مجموعة فرعية من الخلايا اللمفانية الفطرية المنتجة لـ IL-22. وبشكل مماثل لما قام به بيكارد وزملاؤه، أظهر جوتو وزملاؤه أن الارتباط بالفوكوز مهم لدفاع المضيف ضد السالمونيلة التيفية الفأرية، العامل الممرض البكتيري المعوي. ولكن، في هذه الدراسة الثانية، كبح الارتباط بالفوكوز غزو البكتيريا للأنسجة المعوية، ويبدو بالتالي، أن حماية المضيف ترجع إلى مقاومة العوامل المُمْرِضَة أكثر من تحمّل المرض.

ثمة تناقض واضح في دراسة بيكارد وزملائه، حيث لم يتحروا وجود الفوكوز على الخلايا الظهارية للأمعاء الدقيقة في الفئران التي لم تعالج جهازيا بعديد السكاريد الدهني، في حين أظهرت دراسة جوتو وزملاؤه ودراسات أخرى[5,6] حدوث الارتباط بالفوكوز في الحالة المستقرة في المعي الدقيق القاصي للفئران. يمكن تعليل هذا باختلاف الميكروبات الحيوية المعوية لدى الفئران المستخدمة في كل دراسة. استخدم بيكارد وزملاؤه بعض الفئران من مختبر جاكسون، لا تحتوي ميكروباتها الحيوية على البكتيريا الخيطية المجزأة[7]، التي تعرّف جوتو وزملاؤه عليها باعتبارها محرِّضات قوية للارتباط بالفوكوز. سيكون من المثير للاهتمام تحديد العوامل المشتقة من الميكروبات الحيوية (وبالأخص من البكتيريا الخيطية المجزأة) التي تتواسط الارتباط المعوي بالفوكوز، والتي قد تعمل بشكل مستقل عن المستقبلات المشابهة للممرات[7]. من المرجّح أن حدوث الارتباط بالفوكوز في الحالة المستقرة في المعي الدقيق القاصي للفئران الذي لاحظه جوتو وزملاؤه سيقوى إذا حُقنت الفئران بعديد السكاريد الدهني، لأن الارتباط بالفوكوز المشار إليه في الدراسة الحالية[1] لم يحدث في المعي القاصي فحسب، بل في جميع أنحاء المعي الدقيق.

لعل الجانب الأكثر إثارة في عمل بيكارد وزملائه هو ما يضيفه إلى فهْمنا للتفاعلات المفيدة بين المضيف وميكروباته الحيوية. ورغم تنامي قائمة عوامل المضيف، والخلايا والظروف المشكلة للميكروبات الحيوية، إلا أننا لا نعرف سوى القليل عما إذا كان بوسع المضيف، في ظل ظروف معينة، اختيار الميكروبات الحيوية المفيدة التي تزيد من لياقة المضيف نفسه، أم لا. وتقترح هذه الدراسة آلية قد يحدث هذا الاختيار بموجبها. ويبقى السؤال المطروح هو: كيف تسهم الميكروبات الحيوية في تحمُّل المرض؟.

إضافة إلى ذلك.. فإن الفائدة التي يجنيها المضيف من ارتباط الخلايا الظهارية المعوية بالفوكوز، التي أظهرها المؤلفون، تلقي الضوء على المقايضات المحتملة مع النتائج السلبية المعروفة للارتباط بالفوكوز. وهذه تشمل استخدام المستقبلات المرتبطة بالفوكوز من قِبَل الفيروسات[8]، واستخدام الفوكوز المحرّر من قبل البكتيريا المُمْرِضة[9]. ستظل التفاعلات المعقّدة بين المضيف وميكروباته الحيوية والعوامل المُمْرِضَة، وخاصة فيما يتعلق بالفوكوز، تشكل منطقة محفزّة على الاستكشاف. ■

سيث راكوف - ناحوم و**لوري إي كومستوك** يعملان بقسم الطب، ومستشفى برايام آند وِيمِنز، وكلية طب هارفارد، بوسطن، ماساتشوستس 02115، الولايات المتحدة. **راكوف** أيضا في قسم الطب، مستشفى بوسطن للأطفال.
البريد الإلكتروني: lcomstock@rics.bwh.harvard.edu

1. Pickard, J. M. *et al. Nature* **514,** 638–641 (2014).
2. Ayres, J. S. & Schneider, D. S. *Annu. Rev. Immunol.* **30,** 271–294 (2012).
3. Medzhitov, R., Schneider, D. S. & Soares, M. P. *Science* **335,** 936–941 (2012).
4. Goto, Y. *et al. Science* http://dx.doi.org/10.1126/science.1254009 (2014).
5. Umesaki, Y., Tohyama, K. & Mutai, M. *J. Biochem.* **90,** 559–561 (1981).
6. Bry, L., Falk, P. G., Midtvedt, T. & Gordon, J. I. *Science* **273,** 1380–1383 (1996).
7. Ivanov, I. I. *et al. Cell* **139,** 485–498 (2009).
8. Lindesmith, L. *et al. Nature Med.* **9,** 548–553 (2003).
9. Ng, K. M. *et al. Nature* **502,** 96–99 (2013).

علوم المواد

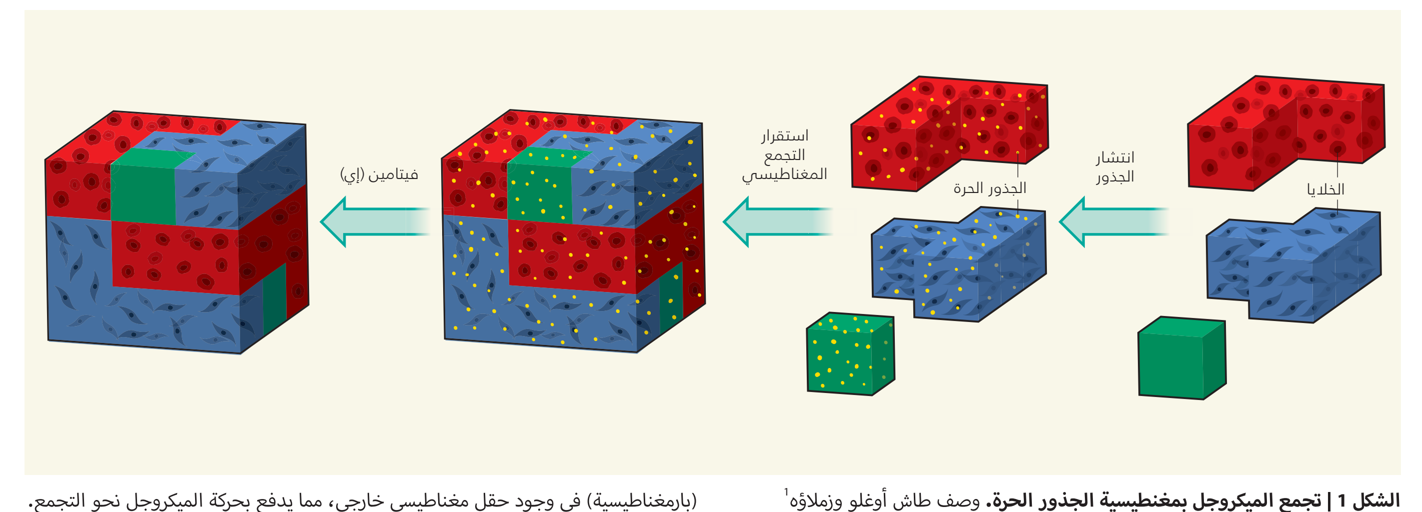
الجذور الحرة تعزِّز تجميع الهُلَام مغناطيسيًّا

تتطلب هندسة الأنسجة المعقدة تنميطًا عالي الإنتاجية ثلاثي الأبعاد للمواد والخلايا. وأحد أساليب تجميع مكونات الهلام الصغيرة باستخدام القوى المغناطيسية للجذور الحرة المغلفة قد يكون هو السبيل لتحقيق ذلك.

كريستوفر رودل، وجاسون بُردِك

إنّ القدرة على التحكم في تجمع ميكرومتري لشبكات البوليمر المنتفخة بالماء، المعروفة بـ"الهلاميات المائية"، لها إمكانات كبيرة في مجالات عديدة، إذ يمكنها، مثلًا، الدفع نحو تطوير روبوتات من مواد لينة، وأجهزة تشخيص مخبري على رقاقة، ولَبِنات هندسة الأنسجة. في دراسة نُشرت مؤخرا بدورية "نيتشر كوميونيكيشن"، وصف طاش أوغلو وزملاؤه[1] هذه الإمكانية تحديدًا، واستخدموا قوى بارامغناطيسية (انجذاب مواد معينة لحقل مغناطيسي خارجي) لتوجيه التجمع ثنائي وثلاثي الأبعاد لوُحَيْدات الهلام المائي (هيدروجل) الميكرومترية، وتُسمى هلاميات ميكروية (ميكروجل). مِثل القطع في لعبة تتريس Tetris، يمكن تقليب هذه الوُحَيْدات ومعالجتها، أو التلاعب بها لتجميع البنية المنشودة. ونظرًا إلى أن هذه التقنية يمكنها أن تستوعب في وقت واحد عدة أنواع وتكوينات من المواد في وجود خلايا، فإنها جذابة للغاية لتطبيقات هندسة الأنسجة.

تعتمد هندسة الأنسجة على تفاعل دقيق بين الخلايا ومحيطها، وعلى التنظيم الهرمي للأنسجة ثلاثية الأبعاد. يتم التحكم جزئيًّا في السلوكيات التقليدية للخلايا، مثل التكاثر والتمايز والهجرة، من خلال الإشارات الموزعة مكانيًّا وزمانيًّا من النسيج الشبكي المحلي المحيط (موضع الخلية الخاص)، فضلًا عن إشارات قابلة للذوبان تنتشر خلاله. استخدم الباحثون تنويعة من مناهج التصنيع والتنميط؛ لإدخال هذه الإشارات إلى المواد الاصطناعية، في محاولة



الشكل 1 | تجمع الميكروجِل بمغنطيسية الجذور الحرة. وصف طاش أوغلو وزملاؤه[1] طريقة لتجميع الميكروجِل ميكرومتري الحجم (شبكات بوليمر منتفخة بالماء) لتشكيل بِنًى أكبر بهيكليات محددة وتكوينات محددة. يتشكل الميكروجِل بخلايا مغلفة أو بدونها، ثم يتاح لمركب جذور حرة مستقرة (دوائر صفراء) الانتشار فيها. تَوَلِّد الجذور الحرة قوى (بارمغناطيسية) في وجود حقل مغناطيسي خارجي، مما يدفع بحركة الميكروجِل نحو التجمع. تستقر البِنَى الناتجة بإضافة محلول سالف هلام مائي يتبلمر لدى التعرض للأشعة فوق البنفسجية. وأخيرًا، تُخمَد الجذور (بتحويلها لمنتجات غير جذرية) بإضافة فيتامين إي، يمنعها من إعطاب الخلايا المغلفة.

لفهم وتلخيص تفاعلات الأنسجة بين الخلايا على نطاقات متعددة الأحجام.

يتم إنتاج سقالات هندسة الأنسجة، إما بتغليف خلايا داخل المواد، أو بذرها في تلك المواد. تاريخيًّا، كان لهذه السقالات تكوين منتظم، ولم تكرر مثلًا تعقيد تطور الأنسجة أو استجابة التئام الجروح. لذا.. وسّع باحثون كثيرون أساليبهم لدمج التصميم نزوليًا من أعلى إلى أسفل– إنتاج مادة منتظمة، منمطة لاحقًا. في أحد هذه المناهج (التنميط الضوئي)، يؤدي تَعَرُّض المواد المحكومة مكانيًّا للضوء إلى توليد تغيرات في هيئة الجزيء الحيوي[2]، والإشارات الميكانيكية[3]، أو كليهما[4]، للسيطرة على سلوك الخلية عن طريق التفاعل مع الأنسجة. ورغم أن المناهج النزولية تقدم بعض السيطرة على التوزيعات المنتظمة للخلايا في مادة مفردة، تظل الكثير من الأنسجة غالبًا غير منتظمة في تكوين الوسط البيني وتوزيع الخلايا. أساليب البناء الصعودية من أسفل لأعلى، حيث تتجمع بِنَى الأنسجة من مكونات أصغر، قد تكون بالتالي أكثر ملاءمة لتكرار التعقيد البيولوجي. تجسِّد الطباعة ثلاثية الأبعاد، حيث ينشئ الترسيب المباشر للمواد بنى دقيقة ثلاثية الأبعاد، بدورها هذه الاستراتيجية. وقد أتاحت التطورات التقنية الحديثة طباعة الأنسجة ثلاثية الأبعاد من خلال ترسيب مجموعات الخلايا، أو مواد محملة بالخلايا[5]، بيد أن هذه العمليات لا تزال تعتمد على تكرار ترسيب الطبقات، طبقة تلو الأخرى – وهي طريقة[6] وردت عام 1986 – وتتطلب بالتالي أوقات تصنيع طويلة تحدّ حاليًا من حجم البِنَى.

وتجميع المكونات الهلامية الميكروية المتشكلة سلفًا قد يوفر طريقة بديلة، إذ إنه قد يتيح تجمُّعًا سريعًا، ويتيح بالتالي إمكان تشكيل بنى أنسجة بمقاييس مفيدة علاجيا. حتى الآن، يتم تحقيق تجمع هذه المكونات بشكل كبير من خلال عمليات ديناميكية حرارية سلبية[7]، أو تلاعب تسلسلي مباشر[8]. ولتحسين الكفاءة، تحوَّل الاهتمام مؤخرًا إلى أساليب تدفع نحو التجمع بواسطة قوى خارجية. استخدم طاش أوغلو وزملاؤه، في طريقتهم، مركبًا كيميائيًّا يمكن دمجه بسهولة في أي هلام مائي (هيدروجل) تقريبًا من خلال الانتشار (الشكل 1)، وهو يحتوي على جذور حرة (إلكترونات مفردة غير منتظمة في أزواج) مستقرة. ولَدَى تعرضها لمجال مغنطيسي خارجي، تطلق الجذور المغلفة قوة بارامغنطيسية، بحيث يتاح تلاعب سهل وسريع بمكونات الهلام المائي نحو تجمُّعها بالموضع المنشود.

أظهر المؤلفون أن عملية المغنطة يمكن التحكم بها زمنيًّا، وأنها متوافقة مع قابلية الخلايا للحياة والنمو وتكاثرها وانتشارها. كما أن الهلام المائي المحتوِي على الجذور (الحرة)، يستجيب مغناطيسيًّا لمدة تصل إلى 24 ساعة بعد تغليف الجذور، لكن المواد تصبح خاملة مغناطيسيًّا بسرعة لدى معالجتها بفيتامين (إي) المضاد للأكسدة، الذي يعمل كاسحًا للجذور. لاحظ الباحثون أن المعالجة بفيتامين (إي) تميل إلى تحسين قابلية الخلايا المغلفة للحياة والنمو والانتشار، مقارنة بالهلام غير المعالج.

ولإثبات إمكان تطبيق طريقتهم بشكل عام، استخدمها طاش أوغلو ووزملاؤه لتشكيل بِنًى تحتوي عديد من أنواع المواد والكثافات والمساميات. وأظهروا أيضًا أنه عقب تجميع مكونات الهلام المائي في الهيئة المطلوبة، يمكن إضافة هلام مائي آخر كمحلول سالف معزز بواسطة البلمرة المستهلة بالأشعة فوق البنفسجية، وهي عملية تسبب استقرار البِنَى المُتجمّعة. وإنْ لم يُظْهِر الباحثون ذلك، ينبغي أن تكون طريقتهم قادرة أيضًا على التحكم بتجمع المكونات التي توفر مختلف درجات الصلابة، والإشارات الكيميائية الحيوية، أو غيرها من السمات المهمة بيولوجيًّا. مثل هذه العمومية مهمة لتطبيقات هندسة الأنسجة.

ورغم أن الأنسجة بطبيعتها ثلاثية الأبعاد، اقتصرت معظم وسائل تجميع الهلاميات متناهية الصغر على التلاعب في بعدين اثنين. وعلى النقيض من ذلك.. يُظْهِر المؤلفون إمكانية تحليق العديد من مكونات الهلام متناهية الصغر، وفي الوقت نفسه الدفع بتجمع بِنًى ثلاثية الأبعاد حقيقة، تبلغ أبعادها بضعة مليمترات، لدى ترتيب المغناطيسات الخارجية في تموضعات مناسبة. ستكون هناك حاجة إلى التجميع الموازي– ثلاثي الأبعاد واسع النطاق– لتحقيق تَشَكُّل بِنَى أنسجة أكبر.

من حيث المبدأ، تعالج الطريقة الجديدة عدة تحديات رئيسة في هندسة الأنسجة. ومع ذلك.. ستتحقق التطبيقات العملية فقط عندما يمكن أن يحدث التجمع المُوجَّه للبِنَى على نطاق الأنسجة. وتضمين التعرف الجزيئي بين وُحَيْدات الهلام المائي[9]، لتحقيق استقرار التجميعات ثلاثية الابعاد تلقائيًّا، قد يساعد على تحقيق هذا، بل يُحتمَل أن يكون ضروريًّا تنميط أنواع خلايا متعددة، وإدخال وسيلة لإرواء وإنعاش البِنَى الأكثر سُمْكًا، لتوفير الأكسجين والمغذيات اللازمة لبقاء الخلية على المدى الطويل.

على أي حال، يُرجح أن تجذب طريقة طاش أوغلو وزملائه اهتمامًا متزايدًا بالتجميع الموجَّه الميكروي. واستخدام قوى دافعة خارجية، كالقوة المغنطيسية، يتيح مستويات من التجمع الموازي، تَعَذَّرَ الوصول إليها سابقًا، وبالتالي قد يدفع هذا النهج الصعودي (من أسفل إلى أعلى) نحو الاستخدام الإكلينيكي. وقبل ذلك الوقت، ربما سيكون لهذه الطريقة تأثير مباشر بدرجة أكبر على تشكيل تجمعات أصغر، كأدوات التشخيص المخبرية المختصرة برقاقة، وأنظمة الاستزراع المشترك لدراسات التفاعلات بين الخلايا. ■

كريستوفر ب. رودل، و**جاسون إيه. بُردك** يعملان بقسم الهندسة الحيوية، كلية الهندسة والعلوم التطبيقية، جامعة بنسلفانيا، فيلادلفيا 19104، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: burdick2@seas.upenn.edu

1. Tasoglu, S., Yu, C. H., Guven, G. S., Vural, T. & Demirci, U. *Nature Commun.* **5,** 4702; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms5702 (2014).
2. DeForest, C. A., Polizzotti, B. D. & Anseth, K. S. *Nature Mater.* **8,** 659–664 (2009).
3. Khetan, S., Katz, J. S. & Burdick, J. A. *Soft Matter* **5,** 1601–1606 (2009).
4. Gramlich, W. M., Kim, I. L. & Burdick, J. A. *Biomaterials* **34,** 9803–9811 (2013).
5. Murphy, S. V. & Atala, A. *Nature Biotechnol.* **32,** 773–785 (2014).
6. Hull, C. W. US patent 4575330 A (1986).
7. Du, Y., Lo, E., Samsher, A. & Khademhosseini, A. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105,** 9522–9527 (2008).
8. Tasoglu, S., Diller, E., Guven, S., Sitti, M. & Demirci, U. *Nature Commun.* **5,** 3124; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms4124 (2014).
9. Harada, A., Kobayashi, R., Takashima, Y., Hashidzume, A. & Tamaguchi, H. *Nature Chem.* **3,** 34–37 (2011).

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 9 أكتوبر 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 9 أكتوبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علوم الأرض

تَبايُن تدوير الكربون مع الظروف المناخية

يتم تحديد ردود الفعل بين دورة الكربون الأرضية والمناخ جزئيًّا من خلال التغيرات في زمن البقاء الخاص بالكربون بالأنظمة الإيكولوجية الأرضية. وباستخدام تقديرات الإنتاج الأوّلي الإجمالية القائمة على الملاحظة، وتقديرات الاستشعار عن بُعْد القائمة على الكتلة الحيوية من النباتات والتقديرات الجديدة من إجمالي الكربون العضوي في التربة إلى العمق الكامل، قام نونو كارفاليس وآخرون بحساب تقدير محدّد مكانيًّا لمتوسط زمن البقاء العالمي للكربون بالأنظمة الإيكولوجية الأرضية. وخلصوا إلى أن زمن معدل تدوير الكربون العالمي الكلي المتوسط يبلغ حوالي 23 سنة، بحيث يبقى الكربون ـ في المتوسط ـ بالغطاء النباتي والتربة بالقرب من خط الاستواء لدورة زمن أقل من تلك الخاصة بخطوط العرض الشمالية. تُبيِّن الورقة البحثية الاعتمادات المتوقعة لزمن تدوير الكربون مع درجة الحرارة، ولكنها أيضًا تحدِّد علاقة قوية مع هَطْل الأمطار، مما يعني أن التغذيات المرتجعة لمناخ دورة الكربون المستقبلية قد تعتمد بشدة أكثر على التغيرات بدورة المياه، مما يتوقع في الوقت الحالي اعتمادًا على دراسات نموذج النظام الأرضي.

Global covariation of carbon turnover times with climate in terrestrial ecosystems

N Carvalhais *et al*

doi:10.1038/nature13731

طب

الآثار الضارة للمُحَلِّيات الاصطناعية

لقد استخدمنا المُحَلِّيات الاصطناعية عديمة السعرات الحرارية لأكثر من قرن من الزمان. وتستخدمها صناعة المواد الغذائية اليوم بكميات أكبر من أي وقت مضى في المواد الغذائية الموجهة "بالنظام الغذائي"، ويُوصَى بها لفقدان الوزن، وكذلك يُوصَى بها للأفراد ذوي الحساسية المفرطة تجاه الجلوكوز ومرض السكري من النوع الثاني. أظهر إيران إليناف وزملاؤه أن استهلاك المُحَلِّيات الاصطناعية عديمة السعرات الحرارية الأكثر شيوعًا ـ السكارين، وسوكرالوز، والأسبارتام ـ يدفع نحو السمنة والحساسية المفرطة تجاه الجلوكوز في الفئران. وهذه التأثيرات تكون بواسطة التغييرات في تكوين ووظيفة جهريات البقعة المعوية؛ ويمكن نقل التأثيرات الأيضية الضارة إلى الفئران الخالية من الجراثيم عن طريق زرع البراز، ويمكن إلغاؤها عن طريق العلاج بالمضادات الحيوية. يوضح الباحثون أن المُحَلِّيات الصناعية يمكن أن تُحْدِث عدم التوازن الميكروبي داخل الجسم، وتتسبب في حساسية مفرطة تجاه الجلوكوز في البشر الأصحاء، وتشير إلى أنه قد يكون من الضروري وضع استراتيجيات غذائية جديدة مصمَّمة خصيصا للفرد، وللتغيرات في مجهريات البقعة المعوية.

Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota

J Suez *et al*

doi:10.1038/nature13793

أحياء جزيئية

التفعيل المحسِّن المرتبط بالبِنَى تحت النووية

إنّ مُعامل نسخ النطاق التماثلي POU من النوع Pit1 مطلوب لنمو الغدة النخامية. وقد اكتشف مايكل روزينفيلد وزملاؤه هنا أن معزِّزات معامل النسخ Pit1 تفاعل مع مكونات العمارة النووية من النوع matrin-3، وSatb1. وتلك الرابطة مطلوبة لتفعيل جينات Pit1 المتناغمة. يعطِّل تحوُّر مرض مرتبط بـPit1 التفاعلَ مع شبكة matrin-3، مما يؤدي إلى فقدان النشاط النسخي. وتكشف هذه التجارب عن دور غير متوقَّع لبِنْيَة البروتينات النووية الدقيقة بتفعيل الجينات النمائية.

Required enhancer–matrin-3 network interactions for a homeodomain transcription program

D Skowronska-Krawczyk *et al*

doi:10.1038/nature13573

البروتين HSP70 هدفًا في بيتا ثلاسيميا

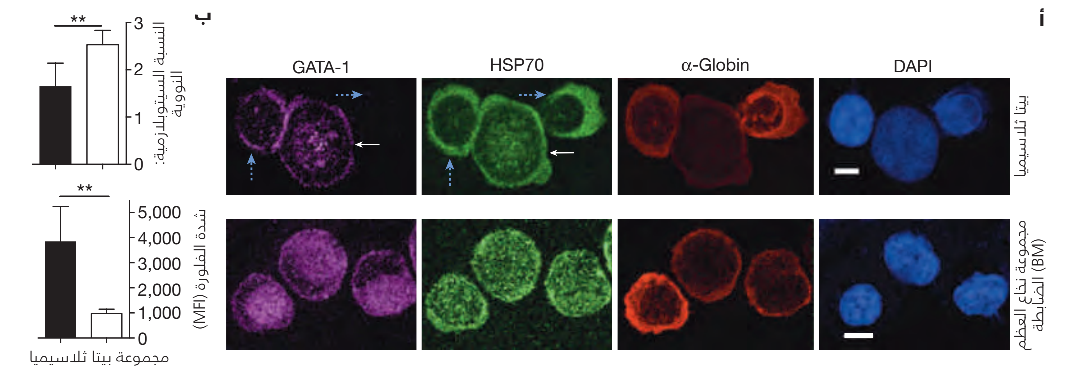
أثناء نضوج خلايا كرات الدم الحمراء البشرية العادية، ينتقل البروتين المرافق HSP70 إلى النواة، حيث إنه يحمي العامل النسخي الرئيس لتكوُّن هذه الكرات، GATA1، من الانشقاق بكاسبيز 3. وهنا، يُظْهِر جان بونوا أرليت وزملاؤه أن الأرومة الحمراء من المرضى الذين يعانون من الاعتلال الهيموجلوبيني الوراثي بيتا ثلاسيميا الكبرى (β-TM)، يُعزل HSP70 في السيتوبلازم بالفائض من سلاسل جلوبين-α الحرة التي تتراكم في هذه الخلايا. يعيد تبيغ طفرة HSP70 المستهدَفة نوويًّا، أو طفرة GATA1 كاسبيز 3 غير المنشطر نضوج الأرومة الحمراء من بيتا ثلاسيميا الكبرى β-TM. ويشير اكتشاف آلية تسهم في تكون الكريات الحمراء عديمة الفعالية في بيتا ثلاسيميا الكبرى β-TM إلى وجود أساس منطقي للعلاجات المستهدفة المحتملة لبيتا ثلاسيميا الكبرى β-TM.

HSP70 sequestration by free α-globin promotes ineffective erythropoiesis in β-thalassaemia

J Arlet *et al*

doi:10.1038/nature13614

الشكل أسفله | تعبير HSP70 وGATA-1 في نخاع العظام الطازج من المصابين بمرض الدم بيتا ثلاسيميا (β-TM). **أ**، مثل التحليل المجهري متحد البؤر α-جلوبين، كل من HSP70 وGATA-1 في نخاع العظم (BM) للأرومة الحمراء من ثلاثة مرضى مصابين ببيتا ثلاسيميا (β-TM)، وثلاثة متبرعين أصحاء (المجموعة الضابطة). قياس البار، 5 ملم. تشير الأسهم الزرقاء إلى العزل السيتوبلازمي لبروتين HSP70 في الأرومة الحمراء الناضجة لبيتا ثلاسيميا (β-TM)، السهم الأبيض، الأرومة الحمراء غير الناضجة. **ب**، نسبة متوسط شدة الفلورة/التألق (MFI) السيتوبلازمية: النووية لبروتين HSP70 (أعلى) ومتوسط شدة الفلورة (MFI) النووية لبروتينGATA-1 (أسفل) (6-10 خلايا في التجربة). وتعرض البيانات كمتوسط؛ بارات الخطأ هي مجموعة الشرائح الربعية (IQR). قيم *P* تحدد باستخدام اختبار-يو لمان ويتني. **P< 0.01.



علم البيئة

ما الذي يسبب ضباب الغلاف الجوي بالصين؟

إنّ تلوث الهواء مشكلة بيئية محفوفة بالمخاطر في الصين، لكنّ العوامل التي تسهم في ارتفاع مستويات المواد الجسيمية الهائمة الحالية خلال أحداث تلوث الضباب تظل غير مفهومة. تتحقق تلك الورقة البحثية من الطبيعة الكيميائية ومصادر المواد الجسيمية الهائمة بمواقع حضرية بأربع مدن صينية خلال حدث التلوث الدخاني الشديد في يناير 2013. وقد اكتشف الباحثون أن هذا الحدث كان مدفوعًا ـ إلى حد كبير ـ بواسطة تشكيل الأيروسول aerosol الثانوي. يشير هذا إلى أن استراتيجيات التخفيف تركِّز على انبعاثات الجسيمات الأوّلية التي من غير المرجح أن تكون فعالة بشكل كامل وحدها. والتدابير الإضافية، كالتحكم في انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري (معظمها من الفحم وحركة المرور) وحرق الكتلة الحيوية، قد تكون مطلوبة، إذا كان اختزال تلوث الجسيمات الهائمة مطلوبًا.

High secondary aerosol contribution to particulate pollution during haze events in China

R Huang *et al*

doi:10.1038/nature13774

كيمياء

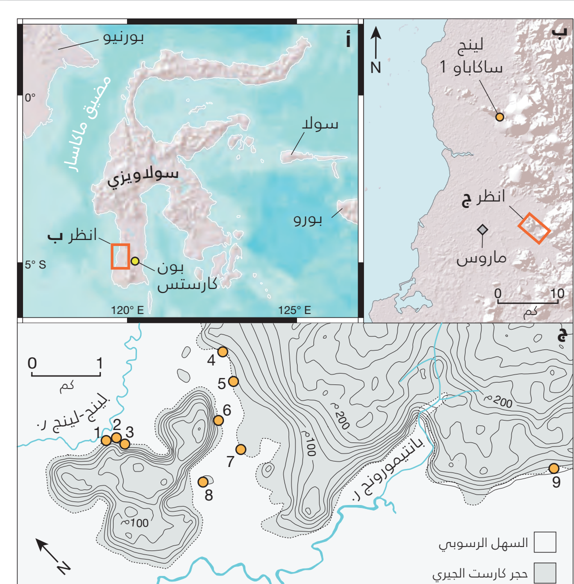
ممانعة مغناطيسية هائلة في WTe_2

عند تطبيق مجال مغناطيسي على مادة حساسة مغناطيسيًّا؛ تتغير مقاومتها الكهربية. وهذه ظاهرة مفيدة تقنيًّا، تم تسخيرها على سبيل المثال بمستشعرات قراءة البيانات بمحركات القرص الصلب. وقد حدَّد مظهر علي وزملاؤه الآن مادة (تانجستن ثنائي التيلوريد أو WTe_2)، حيث يكون تأثير المقاومة المغناطيسية كبيرًا على غير العادة: يمكن تغيير المقاومة الكهربية لأكثر من 13 مليون في المئة. تتجلى المقاومة المغناطيسية الملحوظة عند المجالات المغناطيسية المرتفعة للغاية، وعند درجات الحرارة المنخفضة للغاية، ولذلك.. فإن التطبيقات العملية ليست في الإمكان حتى الآن، لكن تشير تلك الاكتشافات إلى اتجاهات جديدة في دراسة الحساسية المغناطيسية التي يمكن أن تؤدي في النهاية إلى استخدامات جديدة لذلك التأثير.

Large, non-saturating magnetoresistance in WTe_2

M Ali *et al*

doi:10.1038/nature13763



الشكل أعلاه | موضع نطاق الدراسة. أ، تقع سولاويزي بشرق بورنيو بأرخبيل والاسين. **ب،** موقع كارست ماروس-بانجكب (منطقة التجسيم المرتفع) بالقرب من مدينة ماروس بجنوب غرب شبه جزيرة سولاويزي. **ج،** مواضع المواقع الأثرية المدرجة بتلك الدراسة: 1، لينج باروجايا 2؛ 2، لينج باروجايا 1؛ 3، جوا جينج؛ 4، لينج بولو بورونج؛ 5، لينج سامبيانج؛ 6، لينج تيمبوسينج؛ 7، لينج بورونج2؛ 8، لينج لومبوا؛ 9، لينج جاري. جوا جينج ولينج باروجايا 1 و 2 هما موقعي كهف منفصلين متصلين بمنظومة ممرات متخللة. بيانات الخريطة: أ،ب، حقوق النسخ © ESRI (2008)؛ ج، حقوق النسخ © خرائط جوجل 2014.

آثار

فن العصر الجليدي في المناطق المداريّة

عرض لرسوم تصويرية لأنوا anoa ـ وهو نوع من البقر القزم ـ ورسوم لأيْدٍ بشرية بطريقة "الاستنسل" stencil من سولاويزي بإندونيسيا. تتحدى نتائج تقدير العمر الجديدة المنظور التقليدي بأنّ غرب أوروبا كان مركزًا لمرحلة حاسمة من مراحل تطور الذكاء والثقافة البشريين، التي تستند ـ إلى حد كبير ـ إلى ظهور فن تصويري أو تمثيلي برسوم الكهوف والتماثيل التي تعود إلى حوالي 40,000 عام. وتشير بيانات تقدير العمر الجديدة لسلسلة من رسوم الأيدي، ورسوم حيوانات برية من الكهوف بماروس كارست بسولاويزي بإندونيسيا إلى أن الفنون التصويرية قد ظهرت في الحقيقة في الوقت نفسه تقريبًا على طرفين قَصِيَّيْن من عالَم أواخر عصر البلايستوسين. فهل كان الرسم الكهفي هو ذلك الذي مارسه أول إنسان عاقل *Homo sapiens* غادر أفريقيا قبل عشرات الآلاف من الأعوام؟

Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia

M Aubert *et al*

doi:10.1038/nature13422

أحياء

دور استشعار كاسبيز في المناعة الفطرية

تم اكتشاف مسار المناعة الفطرية "غير المعياري" ـ المستقل عن المستقبِل الرابع الشبيه برسم المرور، ولكن يشتمل على كاسبيز 11 ـ مؤخرًا في الفئران، حيث يعمل على التعرف على عديد السكاريد الشحمي (LPS) من البكتيريا المسبِّبة للأمراض. فقد دَرَس فنج شاو وزملاؤه هذا المسار، وآخر مشابهًا له في البشر؛ ووجدوا أن الإنزيمين (كاسبيز11، وكاسبيز 4) هما أجهزة الاستشعار المباشرة لعديد السكاريد الشحمي السيتوبلازمي في الفئران والبشر على التوالي، ويتوسط موت الخلايا الالتهابية في العدوى البكتيرية داخل الخلايا.

Inflammatory caspases are innate immune receptors for intracellular LPS

J Shi *et al*

doi:10.1038/nature13683

وراثة

تفاعل مركَّب PRC2 مع مسار Ras

لقد تبيَّن أن مركَّب PRC2 ـ الذي ينظم التعبير الجيني من خلال تعديل الكروماتين ـ يلعب دورًا داعمًا في تكوين العديد من الأورام. وقد أظهرت كارين سيتشووسكي وزملاؤها مؤخرًا أن جين *SUZ12* ـ وهو أحد مكونات المركب PRC2 ـ يمكن أن يعمل أيضًا بمثابة مثبط لبعض أورام الجهاز العصبي، وأورام الميلانوما. ومِن خلال إلغاء تنظيم الكروماتين، وبالتالي التعبير الجيني، يتعاون فقدان جين *SUZ12* مع فقدان جين *NF1*، ويُفقِد مثبط آخر للورم في كثير من الأحيان في هذه الأنواع من الأورام. في الوقت نفسه، فإن فقدان جين *SUZ12* يجعل الأورام حساسة للأدوية التي تستهدف بروتينات بروموдومين، والتي يتم بحثها حاليًا بعدد من أنواع السرطان. ويكشف هذا العمل عن ارتباط غير متوقَّع بين مركَّب PRC2 والعديد من مكونات مسار Ras، فضلًا عن توفير مجموعة من الأهداف المحتملة القائمة على العلاجات غير الجينية.

PRC2 loss amplifies Ras-driven transcription and confers sensitivity to BRD4-based therapies

T Raedt *et al*

doi:10.1038/nature13561

فيزياء

التحليل الطيفي الاهتزازي بالمجهر

تُستخدَم التحاليل الطيفية الحساسة للسلوك الاهتزازي للمواد والمركبات الكيميائية ـ التحليل الطيفي تحت الأحمر، وتحليل رامان الطيفي، على سبيل المثال ـ على نطاق واسع؛ لإعطاء نظرة ثاقبة لخواصها الكيميائية والفيزيائية. ويمكن ـ من حيث المبدأ ـ الكشف عن تلك الاستثارات الاهتزازية أيضًا بواسطة التحليل الطيفي لفقد الطاقة الإلكتروني (EELS)؛ لكن التأثير ضعيف نسبيًّا، ودقة فصل الطاقة اللازمة لاستخلاص مثل تلك الإشارات ليست متاحة حتى الآن بالتحليل الطيفي الإلكتروني. يبيِّن هنا أوندريج كريفانِك وزملاؤه أن التطورات الأخيرة بالتحليل الطيفي الإلكتروني تَعني الآن أن التحليل الطيفي الاهتزازي يمكن القيام به عند دقة فصل مكانية مرتفعة بالمجهر الإلكتروني الانتقالي الماسح. يقدِّم الباحثون أمثلة لتطبيقات بمواد عضوية وغير عضوية، تشمل الكشف المباشر للهيدروجين، وهي القدرة التي يمكن أن تكون ذات نفع عظيم لتحليل أنظمة متنوعة، كالمواد المخزِّنة للهيدروجين والأنسجة الحيوية.

Vibrational spectroscopy in the electron microscope
O Krivanek *et al*
doi:10.1038/nature13870

علم المناعة

تعطيل أمراض التمثيل الغذائي بـ(IL-22)

يعزِّز إنترلوكين-22 (IL-22) مناعة مضادة للميكروبات، ويعمل على الحفاظ على سلامة الحاجز المخاطي المعوي. تفحص هذه الدراسة العلاقة بين إنترلوكين-22 والمتلازمات الأيضية، وتبيِّن أن مسار إنترلوكين-22 أمرٌ لا غِنى عنه؛ للحفاظ على السلامة الظهارية، والحدّ من الالتهاب المزمن، وتخفيف متلازمات الأيض في نماذج الفأر للسمنة المستحثَّة وراثيًّا، أو عن طريق اتباع نظام غذائي. ويمكن أن يعكس إعطاء إنترلوكين-22 تطور المرض من خلال مسارات متعددة، مما يشير إلى استراتيجيات علاجية جديدة لعلاج الأمراض الأيضية البشرية.

Interleukin-22 alleviates metabolic disorders and restores mucosal immunity in diabetes
X Wang *et al*
doi:10.1038/nature13564

علم الأمراض

ترويج متلازمة "تشارْج" بجين p53

الاضطراب الخلقي المركَّب ـ المعروف باسم متلازمة "تشارْج" CHARGE ـ لديه العديد من الأنماط الظاهرية، بما في ذلك تشوهات القلب، والتأخر في النمو والتطور، ونقص تنسُّج الأعضاء التناسلية، وتشوهات الأذن. ومعظم مرضى متلازمة "تشارْج" لديهم طفرات في جين إنتاج بروتين إعادة نمذجة الكروماتين *CHD7*، لكن في الفأر تكون طفرة جين *Chd7* قاتلة في مرحلة الجنين، وليست كل الأنماط الظاهرية لمتلازمة "تشارْج" جلية. ومؤخرًا، أظهرت لورا أتاردي وزملاؤها أن التنشيط غير المناسب للجين المثبط للورم *p53* يمكن أن يعزز الأنماط الظاهرية لمتلازمة "تشارْج" في الفئران أثناء التطور، ويشمل ذلك ثُلَامَة العين، وعيوب كل من الأذن الخارجية والداخلية، التي تمثل نموذجًا لأعراض متلازمة "تشارْج"، وتحدث نادرًا في الحالات الأخرى. تُلْقِي النتائج التي توصلوا إليها، والتي تُظْهِر أن طفرات *P53* يمكن أن تحفز كلًّا من السرطان والأمراض المتطورة، ضوءًا جديدًا على وظيفة جين *p53* في الجسم الحي.

Inappropriate *p53* activation during development induces features of CHARGE syndrome
J Nostrand *et al*
doi:10.1038/nature13585

أحياء خلوية

سيطرة السيجنالوسوم على التجديد الذاتي

باستخدام الطرق البيوكيميائية والوراثية، حدَّد تينج شيه وزملاؤه آلية تعتمد على منافسة البروتين، تتحكم في التوازن بين التجديد الذاتي للخلايا الجذعية، وتمايز الخلايا الجذعية الجرثومية في مبيض ذبابة الفاكهة. ووجدوا أن عامل التمايز الرئيس Bam يتحكم في التحول الوظيفي لمركب السيجنالوسوم COP9 من التجديد الذاتي إلى التمايز، عن طريق التفاعل المباشر مع عنصر السيجنالوسوم COP9، CSn4. ويرى الباحثون أن مركَّب COP9 وتنافُس البروتين قد يمثلان آلية عامة لموازنة التجديد الذاتي، وتمايز الخلايا الجذعية.

Protein competition switches the function of COP9 from self-renewal to differentiation
L Pan *et al*
doi:10.1038/nature13562

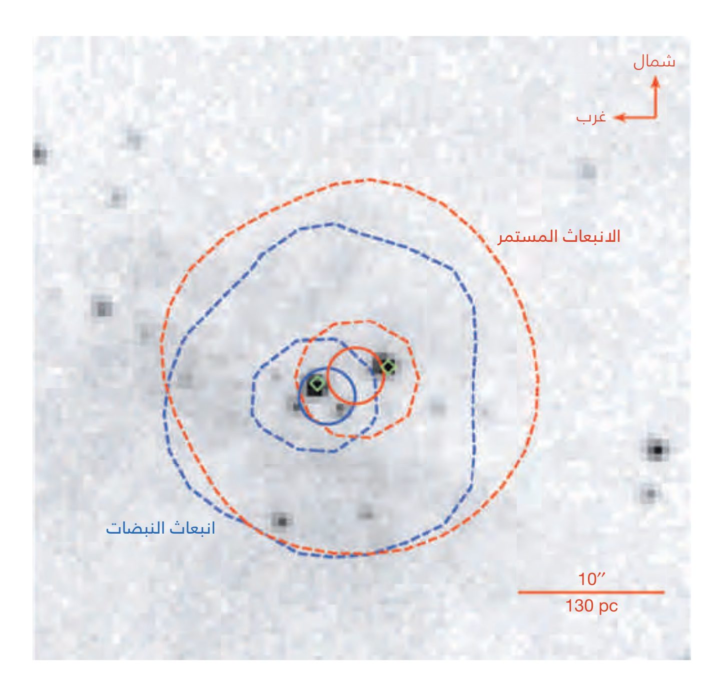
علوم الفضاء

ما الذي يحرِّك مصادر الأشعة السينية؟

مصادر الأشعة السينية فائقة السطوع (ULXs) هي مصادر نقطية غير نووية، يُعتقَد بشدة في احتوائها إمّا على ثقوب سوداء متوسطة الكتلة، أو ثقوب سوداء أصغر نجمية الكتلة، متنامية من رفيق ثنائي. توفِّر دراسة مصادر الأشعة السينية فائقة السطوع ULXs معلومات حول تكوين الثقب الأسود وأنماط معدل تنامي إدينجتون المرتفع. تَصِف ورقتان بحثيّتان بهذا الإصدار من دورية *Nature* مصادر الأشعة السينية فائقة السطوع النابضة مع خواص غير معتادة. اكتشف كريستيان موتش وآخرون أن المصدر P13 بالمَجَرَّة NGC 7793 هو نظام ثنائي، تبلغ دورته حوالي 64 يومًا. وقاموا بحَصْر قيمة كتلة الثقب الأسود في ما يقل عن 15 كتلة شمسية، وذلك من خلال نمذجة المعايرات فوق البنفسجية والبصرية القوية الناشئة عن التسخين الإشعاعي السيني للنجم المانح B9Ia. رصد ماتيو باشيتي وآخرون مصدرًا بالمَجَرَّة M82، ينطوي على البيانات النبضية التي تؤوي نجمًا نيوترونيًّا، وليس ثقبًا أسود، مما يدعم الشكوك حول فرضية أن الثقوب السوداء تمدّ أكثر ثنائيات الأشعة السينية سطوعًا بالطاقة.

Amass of less than 15 solar masses for the black hole in an ultraluminous X-ray source
C Motch *et al*
doi:10.1038/nature13730

An ultraluminous X-ray source powered by an accreting neutron star
M Bachetti *et al*
doi:10.1038/nature13791



الشكل أسفله | نظير مصفوفة التليسكوب الطيفي النووي ((NuSTAR ‎.6940.8+J095551 تبين الصورة الرمادية صورة تشاندرا 45" x 45" لمركز المجرة. تميز الماسات الخضراء مواضع M82 X-1 و X-2. كونتور الشدة 10-40 ك. إ. ف. لمصفوفة التليسكوب الطيفي النووي (NuSTAR) (المتقطعة) (مستويات 50% و90%) مبينة لانبعاث النبضات (الأزرق) والمستمر (الأحمر). تشير دوائر الخطأ المصممة إلى انعدام اليقين الإحصائي 3σ على مواضع المركز المتوسط (انظر: الطرق). يتسق المركز المتوسط للانبعاث النبضي مع موضع M82 X-2، والمركز المتوسط للانبعاث المستمر بين M82 X-1 و X-2، لتشير إلى وجود انبعاث ثابت إضافي من X-2 وكذلك انبعاث مستمر من X-1.

أحياء بنيوية

تحديد بِنْيَة إنزيم Dis3L2

إنّ المُنظِّم التنموي وعامل تعدد القدرات Lin28 يثبط التخليق الحيوي للحمض النووي الريبي المجهري let-7 من خلال تنشيط إضافة عديد من نيوكليوتيدات اليوريدين إلى النهاية '3 من الحمض النووي الريبي الذي يعتمد سلائف الحمض النووي الريبي المجهري لجينيّ TUT4 ، وTUT7. ويستهدف هذا التعديل انحلال الجزيء السابق لـlet-7 عن طريق إنزيم إكسوريبونوكلياز Dis3L2. ولفهم كيف يتم التعرف على تلك الأهداف، حلّ ليمور جوشوا-تور وزملاؤه بِنْيَة إنزيم إكسوريبونوكلياز Dis3L2 المقيدة إلى الركيزة oligoU في الفأر. وتبيِّن البِنْيَة الشبيهة بالقمع أن الحمض النووي الريبي يجري تغذيته إلى موقع نشط، يختلف عن ذلك الذي شوهد في الوحدات الفرعية ـ أو وحيدات ـ ذات الصلة بالإكسوسوم. ويتم التعرف على اثنتي عشرة قاعدة من قواعد اليوراسيل النيتروجينية من الأليجو في شبكة معقدة من التفاعلات، مما يدل على الأساس للخصوصية المستهدفة.

Mechanism of Dis3l2 substrate recognition in the Lin28--let-7 pathway
C Faehnle *et al*
doi:10.1038/nature13553

كيمياء حيوية

بِنْيَة حَبْل الحمض النووي الريبي

تُعتبر الخطوة الأولى لتضفير الحمض النووي الريبي على شكل حبل طويل عملية ذاتية التحفيز. وتَنْتُج من شق في نهاية واحدة من الإنترون، يليه تشكيل الارتباط بفسفوديستر ´2-´5. وقد حَلَّ الآن نافتيج تور وزملاؤه بِنْيَة هذا المركَّب الوسيط المتفرع، الكاشفة لإعادة ترتيب البِنْيَة بين خطوتي التضفير. يحتوي المركز على أربعة أيونات مغنيسيوم، تنظِّم الركيزة، وتسهِّل تكوين هذه السلسلة الطويلة. والبيانات المتعلقة بالمجموعة الثانية من الإنترون هي أيضًا ذات صلة بعمل سبليسيوزوم.

Crystal structure of a eukaryotic group II intron lariat
A Robart *et al*
doi:10.1038/nature13790



غلاف عدد 16 أكتوبر 2014
طالع نصوص الأبحاث في عدد 16 أكتوبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم الحشرات

أسس هجرة فراشة الملك تكمن بجيناتها

تشتهر فراشة الملك *Danaus plexippus* بقدرتها على الهجرة السنوية المذهلة عبر أمريكا الشمالية. عن طريق فك تتابعات 101 من جينومات فراشة الملك من جميع أنحاء العالم، اكتشف ماركوس كرونفورست وزملاؤه توقيعات للاختيار المرتبط بالهجرة داخل مواضع متضمنة في وظيفة العضلات المسئولة عن الطيران، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة هذه الوظيفة. وجدوا أيضا أن التباين في التلوين التحذيري للفراشة يسيطر عليه جين ميوسين واحد لم يتضمن سابقا في اصطباغ الحشرات ولكن نظيره – الميوسين 5a – يسبب 'تخفيفا' مماثلا لافتا للنظر للنمط الظاهري في الفئران. وأخيرا، فإن النتائج تدل على أن فراشة الملك كانت لها أسلاف مهاجرة وتفرقت خارج أمريكا الشمالية ليشغل توزيعها نطاقًا واسعًا.

The genetics of monarch butterfly migration and warning colouration
S Zhan *et al*
doi:10.1038/nature13812

علم المناعة

تعرُّف فيروسي واسع النطاق

RIG-I (الجين الأول المستحث بحمض الريتينويك) هو مستشعر مناعي فطري مهم لفيروسات الحمض النووي الريبي التي يمكن تنشيطها من خلال الأحماض النووية الريبية التي تحمل أجزاء من النهايات '5 لثلاثي الفوسفات. تبين هذه الورقة البحثية أن الجين الأول المستحث بحمض الريتينويك RIG-I يستشعر أيضا الأحماض النووية الريبية ثنائية الفوسفات ذات النهاية '5 كما وجد في بعض الجينومات الفيروسية. توجد مثل هذه الأحماض النووية الريبية في بعض الفيروسات ولكن ليس في الخلايا غير المصابة، ولهذا يوسع هذا الاكتشاف عدد الفيروسات التي يمكن الكشف عنها بواسطة جهاز واحد لاستشعار المناعة الفطرية ولكن لا ينال التمييز الذاتي/غير الذاتي.

Antiviral immunity via RIG-I-mediated recognition of RNA bearing 5'-diphosphates
D Goubau *et al*
doi:10.1038/nature13590

علم المواد

هندسة البطارية السائلة

يعتبر دمج البطاريات في الشبكة الكهربائية وسيلة ممكنة لتنظيم إمدادات الطاقة من مصادر متقطعة كالرياح أو الشمس، لكن تقنيات البطاريات الحالية مكلفة للغاية على القيام بتلك المهمة. تتألف كل بطارية سائلة من إلكترود سائل سالب وإلكتروليت ملحي منصهر وإلكترود سائل موجب وتعد واحدة من التقنيات التي يجري التحقق منها للقيام بهذا الدور. يصف هنا كانجلي وانج وزملاؤه بديل جديد للمفهوم –بطارية سائلة من الليثيوم-الأنتيمون-الرصاص- من خلال الاختيار الدقيق وسبك المواد المكونة للإلكترود، والتي تختزن درجة حرارة التشغيل ومن ثم التكلفة المحتملة مع الحفاظ على سمات الأداء المرغوب فيه.

Lithium–antimony–lead liquid metal battery for grid-level energy storage
K Wang *et al*
doi:10.1038/nature13700

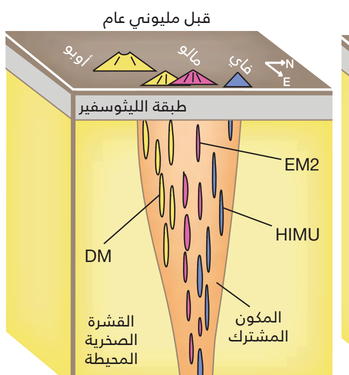
علوم الأرض

الخواص الجيوكيميائية لعمود الوشاح

اندلعت الحمم البركانية بالبؤر المغذية لعمود الوشاح، كتلك المقابلة لهاواي وساموا، التي تمتلك سمات كيميائية مختلفة. ومع ذلك فليس من المعروف كيفية اندلاع التوزيع الخاص بالمكونات الكيميائية المختلفة عند البراكين المتعلقة بتوزيعها الأصلي في إطار عمود الوشاح الأرضي تحت بؤرة. يبين ماثيو جاكسون وزملاؤه وجود علاقة بين الهيليوم والتركيب النظائري الكربوني لحمم ساموا البركانية التي تضع القيود على توزيع الأنواع الجيوكيميائية داخل عمود الوشاح. تمثل بيانات ساموا مجموعات جيوكيميائية منفصلة متميزة، تتطابق كل منها مع قسمات جغرافية مختلفة للبراكين، ومصحوبة بواحد من أعضاء القشرة الصخرية الأربعة بنسب قليلة من ^{3}He/^{4}He . تتلاقى المجموعات الأربع النظائرية الجغرافية تلك بمنطقة مشتركة بالفراغ النظائري الكربوني بنسبة مرتفعة من ^{3}He/^{4}He، متسقة مع المكونات المنخفضة من ^{3}He/^{4}He بعمود الوشاح المختلط، ومحتوية على مكون ^{3}He/^{4}He مشترك مرتفع.

Helium and lead isotopes reveal the geochemical geometry of the Samoan plume
M Jackson *et al*
doi:10.1038/nature13794

الشكل أسفله | نموذج تصوري للهندسة الجيوكيميائية لعمود ساموا الحممي، وعينات من مراحل الحمم المختلفة، ومدى ارتباطها بالتمييز الجيوكيميائي فيما بين السمات البركانية الموازية. لقطتان لعمود ساموا الحممي مبين بهما النشاط البركاني: أثناء النشاط البركاني بجزيرة أوبولو منذ حوالي 2 مليون عام مضوا (على اليسار) والبناء الحالي لسمات فاي ومالو (على اليمين).



سرطان

مسار جديد لنماذج سرطان الفأر

طُبقت أدوات تحرير الجينوم التي تستثمر نظام المناعة التكيفية البكتيرية (CRISPR/Cas) بدائي النواة بنجاح في العديد من الكائنات الحية، بما في ذلك الفأر والخلايا البشرية. هنا أثبت تايلر جاكس وزملاؤه جدوى استخدام نظام المناعة التكيفية البكتيرية (CRISPR/Cas) في الجسم الحي لاستحثاث طفرة مباشرة من الجينات الكابحة للورم والجينات المسرطنة في كبد الفأر. تتم دراسة جينات السرطان تقليديا باستخدام نماذج الفأر المعدلة وراثيا من خلال استهداف الخلايا الجذعية الجنينية؛ ويسلط هذا العمل الضوء على قوة نظام المناعة التكيفية البكتيرية (CRISPR/Cas) للتحرير السريع للجينوم وتطوير نماذج جديدة للسرطان بالإضافة إلى الدراسات الجينومية الوظيفية.

CRISPR-mediated direct mutation of cancer genes in the mouse liver

W Xue *et al*

doi:10.1038/nature13589

فسيولوجيا النبات

بروتين OSCA1 مستشعر أسموزي

يعد الماء ضروريا من أجل نمو النباتات. لكن كيف تشعر النباتات بالتقلبات في مستويات المياه؟ من المعروف أن فرط الأسمولية يستحث زيادة عابرة في أيونات $[Ca2^+]_i$، وهو التركيز السيتوبلازمي لأيون الكالسيوم. بدراسة طفرات نبات *Arabidopsis*، حدد تشن مينج بى وزملاؤه بروتين غشاء البلازما OSCA1 باعتباره قناة أيونات الكالسيوم $(Ca2^+)$ المنشودة والتي تتواسط زيادة التركيز السيتوبلازمي لأيون الكالسيوم $[Ca2^+]_i$. جاء هذا الاكتشاف عندما وجد الباحثون أن طفرات بروتين غشاء البلازما OSCA1 أعاقت قدرة تأشير الأسموزية لأيونات الكالسيوم $(Ca2^+)$ في الخلايا الحارسة وخلايا الجذر، وانخفاض تنظيم نتح المياه ونمو الجذر بعد الإجهاد الأسموزي.

OSCA1 mediates osmotic-stress-evoked $Ca2^+$ increases vital for osmosensing in *Arabidopsis*

F Yuan *et al*

doi:10.1038/nature13593

الشكل أعلاه | أطياف امتصاص عالي الدقة لإكسيتون P الأصفر بـ Cu_2O. أ، تم قياس الأطياف من خلال ليزر وحيد التردد على عينة طبيعية ذات سُمْك 34 ميكرومترًا عند 1.2 كيلو كلفن. تتوافق القمم مع أطوار الرنين، ومع أعداد كميّة أساسية مختلفة (n). تظهر اللوحات أدناه لقطات مقربة من النطاقات الموسومة بالمستطيلات بكل لوحة بأعلى. **ب**، صورة فوتوغرافية لبلورة Cu_2O الطبيعية التي قطعت بها عينات من أحجام وتوجهات بلورية مختلفة. **ج**، بلورة كبيرة وبلورة رقيقة منصوبة خالية من الإجهاد بحامل من النحاس الأصفر. **د**، الدالة الموجية للإكسيتون P مع n = 25. لتصوير مدى ضخامة الإكسيتون، تم عرض الطول الموجي الضوئي المناظر كفترة في الدالة الجيبية. يتوافق الشريط مع بسط نطاق 1,000 ثابت شبيكي.

فيزياء تجريبية

الإكسيتونات العملاقة بأكسيد النحاس

تُعتبر الإكسيتونات ـ وهي أزواج الإلكترون ـ الفجوة التي تلعب دورا رئيسًا بالخصائص البصرية لأشباه الموصلات. ويمكن النظر إليها كنظائر مادة مكثفة لذرات الهيدروجين، ذات استثارات طيفية شبيهة. وسَّع ديتمار فروليش وزملاؤه متسلسلة الاستثارات من السجل السابق لعدد الكَمّ الرئيس n=12 إلى n=25 للإكسيتونات ببلورة الأكسيد النحاسي الأحادية. عند أعداد الكم المرتفعة تلك تصبح الدالة الموجية للإكسيتونات عملاقة، حوالي ميكرومترين، ويتوقع أن تتفاعل تلك الإكسيتونات العملاقة (تدعى أيضا إكسيتونات ريدبرج) بشدة مع بعضها البعض. رصد الباحثون أدلة على تأثير الحصار blockade effect إذ يمنع وجود إكسيتون الاستثارة لإكسيتون آخر بالجوار. يفتح هذا العمل اتجاهات بحثية جديدة للبصريات بالمواد المكثفة.

Giant Rydberg excitons in the copper oxide Cu_2O

T Kazimierczuk *et al*

doi:10.1038/nature13832

علم الحيوان

تنظيم المفصليات المبكرة

السجل الأحفوري المبكر للمفصليات، وهي الحيوانات مفصلية الأرجل، مليء بأحافير فصيات الأقدام (lobopodians) – وهي حيوانات دودية الشكل ذات سيقان، وفي بعض الأحيان تضع دروعا واقية للبدن. تحمل فصيات الأقدام تشابها عابرا بالديدان المخملية أو (onychophorans)، وهي من المفترسات بين نثار الأوراق في أرضيات الغابات الاستوائية الحديثة، ولكن بصرف النظر عن الشكل الظاهري لا توجد روابط محددة معروفة بين المجموعتين. حدد مارتن سميث وخافيير أورتيجا-هيرنانديز صفة تربط بينهما — المخالب الصغيرة على نهايات الساقين لفصي الأقدام الكامبري *Hallucigenia* تشبه مخالب وأنياب حاملات الديدان المخملية الموجودة الآن في طريقتها الفريدة من نوعها في البناء. وهذا يسمح لفصيات الأقدام والديدان المخملية أن تُجمع معا مع 'دببة الماء' tardigrades، أقرب الأقرباء الموجودة للمفصليات الحقيقية (بما في ذلك الحشرات والقشريات والعناكب)، ويتضح أن الجد المبكر من المفصليات وأقاربها قد كان يبدو مثل فصي الأقدام.

***Hallucigenia's* onychophoran-like claws and the case for Tactopoda**

M Smith *et al*

doi:10.1038/nature13576

بيولوجيا الخلية

عدم الاستقرار الطبيعي في الأيض الخلوي

يُعتقد أن التقلبات الجزيئية في التفاعلات الأيضية الفردية لها تأثير ضئيل على نمو الخلايا، بسبب الزيادة عن المتوسط على مدى العديد من التفاعلات الكيميائية الحيوية المنخرطة. استخدم ساندر تانس وزملاؤه المجهر المتداخل زمنيا للتحديد الدقيق لمعدل نمو الخلايا البكتيرية المفردة، ورصد مستويات الإنزيمات الفردية في الوقت نفسه، ووجدوا أن الضوضاء الجزيئية العنصرية لا تنتشر وتسبب تباينا في النمو. على العكس من ذلك، لاحظوا أن تقلبات النمو تنتشر إلى الوراء للتشويش على التعبير الجيني، بحيث إن الضوضاء الجزيئية في جين واحد يمكن أن تؤثر في الجينات غير ذات الصلة خلال النمو. وتظهر النتائج أن التباين المتأصل في التفاعلات الأيضية هو مصدر قوي للتغاير المظهري في التجمعات الخلوية، مع تداعيات جوهرية على أبحاث السرطان.

Stochasticity of metabolism and growth at the single-cell level

D Kiviet *et al*

doi:10.1038/nature13582

جزيئات ncRNA وإنزيم نازعة أمين السيتيدين

من الصعب تحديد الأنواع النادرة من جزيئات الحمض النووي الريبي غير المرمز (ncRNA) بسبب وجودها بكميات ضئيلة في الخلايا، وحقيقة أنها تتدهور بسرعة، إلى حد كبير من خلال عمل مركب انحلال الحمض النووي الريبي غير المرمز '3-'5، وإكسوسوم الحمض النووي الريبي. ولّد أوتيا باسو وزملاؤه نموذج فأر يوجد به وحدة فرعية أساسية (مكون إكسوسومي 3، *Exosc3*) لإكسوسوم الحمض النووي الريبي من الممكن أن يتم تعطيله بشكل مشروط في الخلايا البائية. الخلايا البائية التي تفتقر إلى *Exosc3* لا تمر بعمليات إعادة التوليف وإحداث الطفرات الضرورية لتوليد الأجسام المضادة. ويوجد الكثير من جزيئات الحمض النووي الريبي غير المرمزة المتدهورة عادة في هذه الخلايا، بما في ذلك جزيئات الحمض النووي الريبي xTSS (xTSS-RNAs)، وهو نوع من الحمض النووي الريبي المرمز المضاد للتعبير في مواقع بدء النسخ. ومن المثير للدهشة، أن مواقع جزيئات الحمض النووي الريبي xTSS (xTSS-RNAs) ترتبط مع مواقع كسور النقل. النموذج المقترح هو أن نسخ مضاد التعبير لجزيئات الحمض النووي الريبي غير المرمزة (ncRNAs) توظف إنزيم نازعة أمين السيتيدين المستحث بالتنشيط (AID) مما يؤدي إلى تشكيل حمض نووي ريبي مفرد الجديلة؛ يقترن مع جزيئات الحمض النووي الريبي لتصنع حلقات R التي يمكن أن تؤدي إلى عدم الاستقرار الجينومي.

Noncoding RNA transcription targets AID to divergently transcribed loci in B cells

E Pefanis *et al*

doi:10.1038/nature13580

الشكل أعلاه | الدورة الموسمية للأوزون بحوض إنتا بيوتا ولوس أنجيليس بكاليفورنيا في 2013. أ، خريطة ارتفاع رقمية (الارتفاع مبين بواسطة المقياس اللوني) لحوض إنتا تبين آبار النفط والغاز (النقاط الرمادية)، رصد الأوزون (الدوائر الحمراء)، والمراكز الحضرية (المربعات الصفراء) وموقع الحقول الكثيفة (هورسبول والماس الأزرق). **ب،** تظهر الرسوم البيانية على اليسار المتوسط اليومي الأقصى بمعدل 8 ساعات للأوزون لعام 2013 بأوراي ويوتا وموقع بعيد بحوض إنتا (التعداد 50,000) وريفرسايد بكاليفورنيا وموقع مستقبلات حضرية بحوض شرق لوس أنجيليس، وهي منطقة تضم 18 مليون نسمة. تبين الرسوم البيانية على اليمين بيانات مرتبة على حسب زيادة نسبة خليط الأوزون، جنبًا إلى جنب مع عدد الأيام الزائدة عن المعيار الوطني لجودة الهواء المحيط بالولايات المتحدة (75 p.p.b.v.، بمتوسط 8 ساعات؛ الخط الأسود المتقطع). في عام 2013، كانت تجاوزات الأوزون أكثر تواترًا وحِدّة بأوراي عن ريفرسايد، على الرغم من الفارق الكبير في عدد السكان.

علم البيئة

تأثير التكسير الهيدروليكي على نوعية الهـواء

تقدم تجربة الولايات المتحدة مع تدهور نوعية الهواء من استخلاص الغاز الصخري إطارا قياسيا ونموذجيًّا ذا صلة بالتطورات المتوقعة بمناطق أخرى في المستقبل القريب. وقد لوحظ نسب خلط أوزون مرتفعة بأحواض إنتاج الغاز والنفط بالولايات المتحدة أثناء الشتاء، ولكن لم يتم فهم الكيمياء المعنية بالكامل. تقدم تلك الدراسة تقييما كميا للكيمياء الكامنة المسؤولة عن حوادث تلوث أوزون الشتاء القائمة على بيانات من حوض نفط وغاز بولاية يوتا ومحاكاة "نموذج صندوقي" كيميائي. تبين النتائج أن تركيزات الكربون العضوية المتطايرة بالغة الارتفاع تحسن كفاءة إنتاج الأوزون لأكاسيد النيتروجين مع التحلل الضوئي الخاص بالكربونيل كمصدر أكسدة مهيمن.

High winter ozone pollution from carbonyl photolysis in an oil and gas basin

P Edwards *et al*

doi:10.1038/nature13767

خلايا جذعية

إنتاج خلايا الدم من الأسلاف المعمرة

يُعتقد أن عددًا قليلًا جدًّا من الخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSCs) يحافظ على تكون الدم متعدد النَّسب من خلال إنتاج مستقر لتسلسل هرمي من خلايا السلف قصيرة الأجل. تستند هذه النظرية تاريخيا على تجارب الزرع في المضيفين المعرضين لجرعات إشعاعية قاتلة. باستخدام تقنية وسم جديدة قائمة على الينقول، تمكِّن من وضع علامات فريدة على الخلايا الفردية وذريتها في الجسم الحي، يظهر فرناندو كامارجو وزملاؤه أن هذا قد لا يكون هو الحال أثناء تكون الدم الأصلي غير المنقول. وقد وجد الباحثون أن الدوافع الرئيسة لحالة الاستقرار في تكون الدم خلال معظم مرحلة البلوغ هي وجود عدد كبير من الأسلاف المعمرة، بدلاً من الخلايا الجذعية التقليدية المنتجة للدم.

Clonal dynamics of native haematopoiesis

J Sun *et al*

doi:10.1038/nature13824

بيولوجيا بنيوية

بنية مستقبل الجلوتامات

إن فهم الأساس البنيوي للانتقال من الحالة غير النشطة للحالة النشطة بالتركيب الجزيئي فاقد الحساسية هو أمر أساسي لفك رموز وظيفة مستقبلات الجلوتامات شاردية التأثير المتضمنة، مستقبلات NMDA، ومستقبلاتAMPA، ومستقبلات دلتا، ومستقبلات كينيت - كوسطاء لعملية الانتقال المتشابك الاستثاري في الجهاز العصبي المركزي. لدى ارتباط المستقبل بالسطح الخارجي للخلية بجزيء تُفتح ثغرات استقبال الأيونات الموجبة، يتبع ذلك فقدان

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخلية لحساسيتها مما ينتج عنه غلق الثغرة. في هذه الدراسة، استخدم سريرام سوبرامانيام وزملاؤه مجهرًا إلكترونيًّا مُبرَّدًا لتصوير مستقبل AMPA، GluA2 ومستقبل كينيت GluK2 في عدة حالات- حالة الراحة، وحالة الفتح، وحالة فقدان الحساسية. واستنادًا إلى هذه البنى، يقترح الباحثون نموذجا جزيئيا لدورة التبويب لمستقبلات الجلوتامات.

Structural mechanism of glutamate receptor activation and desensitization

J Meyerson *et al*

doi:10.1038/nature13603

فلك

نموذج للتكوُّن المبكر للنجوم

تشكلت الأجيال الأولى من النجوم من الغاز غير المحتوي أو المحتوي على نسبة قليلة من عناصر أثقل من الهيليوم (تُسمى بـ"معادن" من قِبَل علماء الفلك). وبذلك قد تكون عمليات تكوين النجم تحت تلك الظروف مختلفة للغاية عن تلك التي تتم رؤيتها اليوم بالمجرات. رسم يونج شي وآخرون باستخدام قدرات الأشعة تحت الحمراء البعيدة لمرصد هيرشل الفضائي خريطة للمناطق المغبرة لمجرتين يافعتين قريبتين، حيث تتشابه الظروف الحدية مع تلك السائدة بالمجرات الأولية بالكون المبكر. وقد قدروا نسبة الغبار/ الغاز بالمناطق التي يسيطر عليها الغاز الذري، واستخدموا ذلك لتقدير كمية الغاز بالمناطق المكونة للنجم. واكتشفوا تكوُّنًا نجميًّا، تبلغ فعاليته عُشر المعتاد اليوم بالمجرات الغنية بالمعادن. يقدم هذا العمل لمحة عن الكيفية التي قد تكون النجوم تكونت بها بالكون المبكر ونموذج ملائم يمكن فيه اختبار النماذج النظرية للتطور المَجَرِّي المبكر.

Inefficient star formation in extremely metal poor galaxies

Y Shi *et al*

doi:10.1038/nature13820

التسارع الجسيمي بالمستعر التقليدي

تم التعرف مؤخرا على Mon V959 كمستعر تقليدي، بعد أن كان يعتبر مصدرًا لأشعة جاما في يونيو 2012. تجمع هذه الدراسة ملاحظات Mon V959 من ستة مرافق راديوية متنوعة لتوفير الصورة الأكثر تفصيلا من انفجار المستعر حتى الآن. تشير البيانات إلى أن مقذوفات المستعر قد تشكلت بواسطة الحركة الثنائية: تم طرد بعض الغاز بسرعة على طول كلا القطبين كرياح من القزم الأبيض، بينما جنحت المواد الأكثر كثافة على طول المستوى الاستوائي، مدفوعة بالحركة المدارية. تعد انبعاثات السنكروترون عند الحد الفاصل بين المناطق الاستوائية والقطبية مؤشرا على إنتاج أشعة جاما الناجمة عن الصدمات والتسارع الجسيمي النسبي، وهي آلية عامة بالمستعرات التقليدية.

Binary orbits as the driver of γ-ray emission and mass ejection in classical novae

L Chomiuk *et al*

doi:10.1038/nature13773

الشكل أسفله | تصوير راديوي لـMon. V959. **أ،** توضيح لتوسع عقدة الراديو المدمجة، بدرجة وضوح مرتفعة 5 جيجا هرتز لصورة شبكة التداخل الأساسية الأوروبية بالغة الطول EVN منذ 113 يومًا بعد اكتشاف أشعة جاما والمعروضة بالألوان، وخطوط كونتور تبين صورة شبكة التداخل الأساسية الأوروبية بالغة الطول منذ 91 يومًا. تغطي مستويات خطوط كونتور 0.125 – 2 ملِّي جانسكي لكل نبضة في خطوات من 0.125 ملِّي جانسكي لكل شعاع. **ب،** صورة ملونة e-MERLIN بدقة 5.8 جيجاهرتز لانبثاق المستعر الحراري في اليوم 87. عقد التداخل الضوئي الأساسي بالغ الطول VLBI المدمجة من اليوم 91 متراكمة كخطوط كونتورية، بمستويات كما في **أ**.

أصول وَرَم أرومة الشبكية

علم الأمراض

تثبط كل من الأليلين لجين ورم أرومة الشبكية *Rb* يؤدي عموما إلى تشكيل أورام أرومة الشبكية، ونادرا ما يؤدى إلى أنواع أورام أخرى. قدَّم ديفيد كوبرنيك وزملاؤه الآن تفسيرا لهذا في الدراسة التي تحدد خلية المنشأ للشبكية البشرية التي ينشأ فيها ورم الأرومة الشبكي. ووجدوا من مختلف أنواع الخلايا الشبكية البشرية، أن خلايا السلائف المخروطية حساسة بشكل فريد للتحول عند فقدان جين ورم أرومة الشبكية *Rb*. يرجع هذا إلى الإطار الجزيئي المحدد لخلايا السلائف المخروطية، على سبيل المثال المستويات العالية من تعبير جينات *MDM2* و*MYCN* التي يمكن أن تتعاون مع فقدان جين ورم أرومة الشبكية *Rb*. قد تفسر هذه المبادئ بشكل عام لماذا تميل بعض الطفرات المبادرة لتكون الورم إلى أن تكون مرتبطة بأنواع معينة من السرطان.

Rb suppresses human cone-precursor-derived retinoblastoma tumours

X Xu *et al*

doi:10.1038/nature13813

تطور

انتقاء الأنواع في البرية

تتنبأ النظرية التطورية بأن انتقاء الأنواع يمكن أن يدفع تطور الصفات في الأفراد الذين يعززون نجاح مجموعتهم التي، بدورها، ستعزز قدرة الأفراد على التكاثر والبقاء، ومع ذلك هناك القليل من الأدلة التجريبية تدعم هذه الفرضية. تستخدم هذه الدراسة مستعمرات العنكبوت الاجتماعي *Anelosimus studiosus* للتحقيق في تطور صفة على مستوى المجموعة، وهي نسبة الانصياع للأفراد العدوانية في مستعمرة. تعرض المستعمرات البرية نسبا مميزة محددة للموقع لسهولة الانقياد إلى العدوانية. أنشأ جوناثان بروت وتشارلز جودنيت مستعمرات تجريبية بنسب متفاوتة، وأطلقاها في البرية. كانت المستعمرات ذات النسب الأقرب للنسبة المحلية أكثر نجاحًا، وضبطت المستعمرات التجريبية نسبتها على مدى جيلين لما كانت ستفضله في مواقعها الأصلية. تبيِّن هذه الأدلة التجريبية أن انتقاء الأنواع يعمل في البرية.

Site-specific group selection drives locally adapted group compositions

J Pruitt *et al*

doi:10.1038/nature13811



غلاف عدد 23 أكتوبر 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 23 أكتوبر من دَوْريّة "*Nature*" الدولية.

طب وراثي

اسـتعادة إنتـاج الإنسولين البنكرياسي

تبين سابقًا أن بنكرياس الفئران البالغة يمكنه توليد خلايا منتجة للإنسولين بعد الاستئصال شبه التام، من خلال عملية تتحول فيها خلايا ألفا (α) المنتجة للجلوكاجون إلى منتجة للإنسولين، وثمة أدلة تشير إلى أن إعادة البرمجة هذه تحدث أيضًا في البشر. تورد هذه الدراسة التحول المعتمد على العمر بين آليتين لتجدد إنتاج الإنسولين بعد فقدان خلايا بيتا في الفئران: تجدد قوي وفعال خلال فترة الشباب، يشمل إلغاء تمايز وتكاثر خلايا دلتا (δ)، وعملية أقل كفاءة لتحويل خلايا ألفا (α) التي تستمر خلال فترات الحياة المختلفة. يرى الباحثون أن هذه الظواهر قد تكون قابلة للترجمة في البشر، وأن وجود أساليب بديلة لإنتاج الإنسولين يحمل آمالاً واعدة للتطورات العلاجية.

Diabetes recovery by age-dependent conversion of pancreatic d-cells into insulin producers

S Chera *et al*

doi:10.1038/nature13633

كيمياء غير عضوية

طور التأكسد التاسع لـ $[IrO4]^{+}$

تُعَد فرضية أطوار التأكسد التقليدية شيئًا أساسيًّا لفهمنا للكيمياء العامة، وهي المنصوص عليها في الجدول الدوري الذي يجمع العناصر وفق العدد الذري والتركيب الإلكتروني. لذلك فإن إعداد وتوصيف المركبات المحتوية على عناصر غير تقليدية في أطوار تأكسدها ذو أهمية كبيرة للكيمياء غير العضوية. طور التأكسد التقليدي الأعلى المعروف تجريبيًا لأي عنصر كيميائي حاليًّا هو الثامن VIII. يذكر الباحثون في هذه الورقة معلومات عن التشكيل والتحديد الطيفي باستخدام الانحلال الضوئي تحت الأحمر لكاتيون تيتروكسايد الإيريديوم $[IrO4]^{+}$. مركز الإيريديوم بذلك الكاتيون يمتلك طورَ تأكسد تقليديًّا من النوع التاسع IX، وهو أعلى طور للتأكسد معروف حتى الآن.

Identification of an iridium-containing compound with a formal oxidation state of IX

G Wang *et al*

doi:10.1038/nature13795

علم المناعة

أساس التهرُّب المناعي لفيروس (HIV-1)

قدم بيتر كوونج وزملاؤه بنية بلورية جديدة للغلاف الثلاثي Env trimer للنوع الأول من فيروس نقص المناعة البشرية (HIV-1)، وهو جزء من آلة الدمج التي تيسر دخول الفيروس إلى الخلايا عن طريق التفاعل مع المستقبلات الخلوية للمضيف وأغشية الدمج للفيروس والخلية المضيفة. يتألف الغلاف من ثلاث وُحَيدات gp120 (بروتين سكري gp) وثلاث وُحَيدات gp41. تظهر البنية عند استبانة 3.5 أنجستروم (Å) ما قبل الاندماج من الغلاف ويسمح بتشكيل وُحَيدات gp41 لحلها، مما يزيد من فهمنا لكيفية عمل الغلاف لتمكين الاندماج، وكيف أنه يتهرب من التعرف على الاستجابة المناعية. هذا التهرب مسؤول -إلى حد كبير- عن صعوبة تطوير لقاح فعال لفيروس نقص المناعة البشرية (HIV-1).

Structure and immune recognition of trimeric pre-fusion HIV-1 Env

M Pancera *et al*

doi:10.1038/nature13808

فَلَك

الكشف عن مُذَنَّبات بيتا بيكتوريس

يمتلك النجم القريب بيتا بيكتوريس نظامًا كوكبيًّا يافعًا، يبدو قريب الشبه بالصورة التي كان عليها نظامنا الشمسي بعد ملايين قليلة من السنين التي تلت تكوينه. يكشف ذلك التحليل لأكثر من ألف طيف أرشيفي سُجل بين 2003 و2011 عن توقيع امتصاص غبار متغير ناجم عن عبور مذنبات خارجية تنتمي لعائلتين منفصلتين من المذنبات. العائلة الأولى هي تجمُّع متطاير مستنفد قديم يُبدي علامات تطور مداري ناتج عن التفاعلات مع الكوكب المضيف، والثانية تجمع غني متطاير من المفترض أن تعود نشأته إلى تفكك بعض الأجسام الأصلية.

Two families of exocomets in the β Pictoris system

F Kiefer *et al*

doi:10.1038/nature13849

علم الجينوم

السل في الأمريكتين

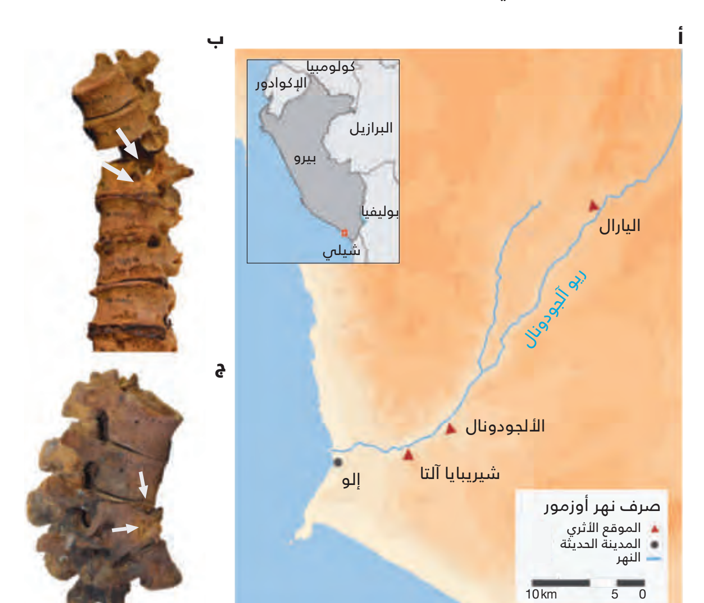
لدى بكتيريا المتفطِّرة السُّلِّيَّة *Mycobacterium tuberculosis* تاريخ طويل بوصفها مُمْرِضًا بشريًّا، ولكن من غير الواضح كيف بدأت هذه العلاقة المؤسفة ومتى. على الرغم من أن السلالات الموجودة في الأمريكتين اليوم ترتبط ارتباطًا وثيقًا بتلك الموجودة في أوروبا، تشير الأدلة الأثرية إلى أن هذا المرض كان موجودًا في العالم الجديد قبل الاتصال مع الأوروبيين. فك يوهانس كراوس وزملاؤه التتابعات الوراثية لثلاثة جينومات من تلك البكتيريا عمرها حوالي 1,000 سنة تقريبًا من بقايا بشرية في بيرو، تثبت أن هذا العامل المُمرِض وراء الأمراض البشرية في العالم الجديد قبل الاتصال. الحمض النووي القديم أوثق ارتباطًا بسلالات تكيفت مع الفقمات وأسود البحر. افترض المؤلفون أن هذه الثدييات البحرية قد أصيبت بالمرض من أنواع مضيفة أفريقية وحملتها عبر المحيطات حيث سمح استغلال الموارد البحرية لشعوب أمريكا الجنوبية الساحلية بنقل الأمراض حيوانية المنشأ. ومن الممكن أن تكون هذه السلالة من السل قد تكيفت مع البشر قبل أن تحل محلها سلالات أوروبية أدخلت بعد الاتصال.

Pre-Columbian mycobacterial genomes reveal seals as a source of New World human tuberculosis

K Bos *et al*

doi:10.1038/nature13591

الشكل أسفله | وصف أثري للعينات العظمية. أ، خريطة بيرو تُظهِر مواضع المواقع الأثرية؛ قاعدة بيانات الارتفاع الرقمي CGIAR SRTM 90m الإصدار 4.1 (http://srtm.csi.cgiar.org). **ب،ج،** آثار إصابات بمرض السل بالهيكل العظمي لشخصين مصابين من خلال عيِّنات الحمض النووي لـ *M. tuberculosis* (**ب،** 58 فردًا؛ **ج،** 64 فردًا). تبين الأسهم الإصابات الفقرية والانهيار والانصهار والحداب.



زراعة

إدارة المحاصيل المحصَّنة محليًّا

تهدف تقنية الإدارة المتكاملة لمنظومة المحصول والتربة إلى تعظيم العائد وتقليل الأثر البيئي، من خلال تكييف النظم المحصولية على الظروف المحلية. يمكن الوصول لذلك عن طريق تطبيق العناصر الغذائية المثلى، والتوقيت الموسمي، واستخدام أفضل أنواع المحاصيل. أبلغ فوزو زانج وزملاؤه عن نتائج اختبار على نطاق الصين لتلك التقنية لمحاصيل الحبوب الرئيسة الثلاثة، وهي الأرز والقمح والذرة. يكشف الباحثون عند المقارنة مع الممارسة الحالية وتقنيات المدخلات المرتفعة أن المنظومة المتكاملة تحقق تحسينات مكافئة لتقنيات المدخلات المرتفعة ولكن مع تخفيض كل من استخدام المواد الغذائية، وفقدان المواد الغذائية، وانبعاثات غاز الاحتباس الحراري التي هي أقل من الممارسة الحالية.

Producingmore grain with lower environmental costs

X Chen *et al*

doi:10.1038/nature13609

علم البيئة

تأثير التكسير الهيدروليكي الطفيف على المناخ

أدى تطوير تقنيات التكسير الهيدروليكي إلى نمو سريع باستخدام الغاز الطبيعي مصدرًا للطاقة. وقد اقترحت بعض الأدلة أن التبني المتزايد للغاز الطبيعي قد يؤدي إلى خفض عبء غازات الاحتباس الحراري وما يترتب على ذلك من تخفيف حدة التغير المناخي. يبين هذا التعاون بين فِرَق نمذجة المناخ-الطاقة الخمسة أنه بدلاً من ذلك -في ظل سيناريو وفرة الغاز الطبيعي- فإن الاستهلاك المتزايد سيكون له تأثير ضعيف أو منعدم على تغير المناخ. يشير الباحثون إلى أن التوسع في إنتاج الغاز الطبيعي واستخدامه لن يكون بديلاً للسياسة المناخية خلال العقود القادمة بلا مضاعفات رئيسة جديدة لمشكلة الانبعاثات بشرية المنشأ.

Limited impact on decadal-scale climate change from increased use of natural gas

H McJeon *et al*

doi:10.1038/nature13837

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم المواد

الكهربائية الضغطية في ثاني كبريتيد الموليبدينوم أحادي الطبقة

المواد شبه الموصلة ثنائية الأبعاد هي محور كثير من الجهد البحثي، بفضل خصائصها الفيزيائية غير العادية التي يُحتمل أن تكون مفيدة. مؤخرًا، أكد ونزهو وو وزملاؤه التوقعات النظرية بأن واحدة من هذه المواد -ثاني كبريتيد الموليبدينوم MoS_2– تُظهر كهربائية ضغطية قوية في شكلها مفرد الطبقة. هذا الاقتران بين الخصائص الميكانيكية والكهربائية يقترح تطبيقات ممكنة في الأجهزة الكهروميكانيكية النانوية للاستشعار والحصول على الطاقة.

Piezoelectricity of single-atomic-layer MoS_2 for energy conversion and piezotronics

W Wu *et al*

doi:10.1038/nature13792

الشكل أعلاه | جهاز كهروضغطي أحادي الطبقة من ثاني كبريتيد الموليبدينوم ومخطط تشغيله. أ، صورة بصرية لرقاقة طبقة أحادية ذرية من ثاني كبريتيد الموليبدينوم MoS_2 مع توجه شبكي متراكب مشتق من نتائج التوليد التوافقي الثاني SHG. تمثل الكرات الزرقاء والصفراء ذرات الموليبدينوم Mo والكبريت على التوالي. الصورة المرفقة: صورة طيفية ذرية القوة للرقاقة. شريط المقياس ميكرومتران. **ب،** مخطط قطبي لشدة التوليد التوافقي الثاني SH من طبقة ثاني كبريتيد الموليبدينوم الأحادية كدالة في الزاوية السَّمتيَّة للبلورة θ. الرموز بمثابة بيانات تجريبية والخطوط المصممة تتوافق مع التحليل التناظري الموصف للنص. **ج،** جهاز مرن نموذجي مع رقاقة طبقة ثاني كبريتيد الموليبدينوم الأحادية وإلكترودات عند حوافها المتعرجة. الصورة المرفقة: صورة بصرية للجهاز المرن.

أحياء جزيئية

بنية ناقل أيون الزنك

توجد مركبات الأدينوسين ثلاثي الفوسفات من النوع P الناقلة لأيونات الزنك في بدائيات النواة وحقيقيات النواة التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، حيث تُصدِّر أيونات الزنك الحرة محتملة السمية من الخلية. تعرض هذه الورقة البحثية أول بنية بلورية لهذه المركبات ($Zn2^{+}$-ATPase) من بكتيريا *Shigella sonnei* ممثلة لمادتين وسيطتين منفصلتين من نواتج التفاعل: الحالة القاعدية لإنزيم الفوسفات والحالة الانتقالية لنزع الفسفرة. البنى الإجمالية مماثلة لتلك التي أوردت عن مركبات الأدينوسين ثلاثي الفوسفات من النوع P الناقلة لأيونات النحاس، على الرغم من أن موقعي تقييد المعدن للبروتينين مختلفان. يقترح الباحثون أن إنزيم بكتيريا *S. sonnei* يشابه مركبات أدينوسين ثلاثي الفوسفات الناقلة لأيون الكالسيوم $Ca2^{+}$ للشبكة الإندوبلازمية/الهيولي العضلية (SERCA) وتلك الناقلة لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم.

Structure and mechanism of $Zn2^{+}$-transporting P-type ATPases

K Wang *et al*

doi:10.1038/nature13618

الوجبات الغذائية الدهنية والسرطان

ارتبطت الوجبات الغربية، وخاصة تلك التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون، بسرطانات الجهاز الهضمي. أظهر مانون شولتز وزملاؤه مؤخرًا لدى التجريب على نموذج فأر أن اتباع نظام غذائي عالي الدهون يمكن أن يعزز تكون الأورام المعوية بشكل مستقل عن البدانة، عن طريق تغيير تركيبة جهريات البقعة المعوية وتغيير البيئة المناعية. في حين يمكن للمضادات الحيوية أن تمنع تعزيز الورم عن طريق الدهون الغذائية، فإن نقل البراز من الفئران المتبعة لنظام غذائي عالي الدهون إلى الفئران التي لديها استعداد وراثي للإصابة بسرطان الأمعاء ولكنها تتبع نظامًا غذائيًّا عاديًّا، يكون كافيًا لتعزيز تكون الأورام. تسلط هذه النتائج الضوء على التفاعلات المعقدة بين النظام الغذائي، وجهريات البقعة، والاستجابة المناعية والسرطان، وقد تقدم سبلاً جديدة للوقاية من السرطان.

High-fat-diet-mediated dysbiosis promotes intestinal carcinogenesis independently of obesity

M Schulz *et al*

doi:10.1038/nature13398

بيولوجيا خلوية

آليّة تمدُّد العقدة الليمفاوية

الغدد الليمفاوية هي البنى الحيوية التي يجب أن تستجيب بسرعة للتدفقات الخلوية الكبيرة الناجمة عن الالتهاب المحلي. ومع ذلك، لا تزال غير واضحة كيفية تفاعل الحيز السدوي للعقدة الليمفاوية لاستيعاب تمدد العقدة الليمفاوية. تبين هذه الدراسة أن الحيز السدوي للعقدة الليمفاوية يمكن أن يستوعب أعدادًا كبيرة من الخلايا الليمفاوية الارتشاحية عن طريق ارتخاء الهيكل الخلوي للخلايا الشبكية الليفية، مما يسمح للخلايا بالتمدد وتوسيع العقدة الليمفاوية. إعادة التشكل تلك للعقدة الليمفاوية يدفعه تفاعل بروتين CLEC-2 على المستضد الوارد المقدم للخلايا التغضنية مع بروتين بودوبلانين بالخلايا الشبكية الليفية.

Dendritic cells control fibroblastic reticular network tension and lymph node expansion

S Acton *et al*

doi:10.1038/nature13814

علم الآثار

جينوم بشرى عمره 45,000 عام

وُجِدت عظمة فخذ أحفورية بشرية حديثة في عام 2008 على ضفاف نهر إرتيش قرب أوست-إيشيم في غرب سيبيريا، كانت مؤرخة بحوالي 45,000 سنة. حللت جانيت كيلسو وزملاؤها مؤخرًا تتابعات جينوم هذه العينة ليجدوا أنها كانت لذكر عاش قبل حدوث الفصل بين السكان في غرب أوراسيا وشرقها، أو في ذلك الوقت تقريبًا. تكشف التحليلات عن مستوى نسب مماثل بإنسان النياندرتال لذلك الموجود في الأوراسيين في الوقت الحاضر، استنادًا إلى طول مقاطع الجينوم لأسلاف إنسان النياندرتال، حدث تدفق لجيناته إلى أسلاف هذا الفرد بين 7,000 و13,000 سنة قبل بدء حياته. وكانت التقديرات السابقة لتوقيت حدوث التزاوج بين الإنسان الحديث وإنسان النياندرتال تتراوح بين 37 ألف عام و86 ألف عام، لكن هذه الدراسة تبين أنه حدث بين 50 ألف عام و60 ألف عام تقريبًا، متصادفًا مع انتشار الإنسان الحديث، حتى وصل إلى أوروبا، وربما آسيا.

Genome sequence of a 45,000-year-old modern human from western Siberia

Q Fu *et al*

doi:10.1038/nature13810

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أحياء مجهرية

التأثير الميكروبي على تحرُّر ميثان التربة

يُنظر إلى ذوبان الأراضي دائمة التجمد –التربة التحتية المتجمدة بالمناطق القطبية وشبه القطبية الشمالية- على أنه سبب محتمل لفقدان كربون التربة، بما يصاحب ذلك من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ومنها الميثان وثاني أكسيد الكربون. استخدم كارمودي ماكالي وآخرون تدرج مشهد طبيعي لأراضٍ دائمة التجمد ذائبة بشمال السويد نموذجًا لدراسة دور الجماعات الميكروبية في تنظيم دورة الميثان. وقد بينوا إمكانية استخدام وفرة خطوط النسب الميكروبية الأساسية للتنبؤ بالأنماط ذات الصلة بالغلاف الجوي بنظائر الميثان ونسبة الكربون المتأيضة إلى ميثان في أثناء ذوبان الأراضي دائمة التجمد، مما يشير إلى أن البيئة الميكروبية يمكن أن تؤدي دورًا مهمًّا في استجابات نطاق النظام البيئي للتغير العالمي.

Methane dynamics regulated by microbial community response to permafrost thaw

C McCalley *et al*

doi:10.1038/nature13798

طب

زرع الخلايا لمرضى الرئة

تتسبب طفرات المُستقبِل لبروتين تحفيز المستعمرة (GM-CSF) في الإصابة بالداء البروتيني السنخي الرئوي (PAP)، وهو مرض وراثي يؤدي إلى فشل الجهاز التنفسي بسبب تراكم المادة الخافضة للتوتر السطحي. حتى الآن ليس لهذا المرض علاج دوائي، وهو ما يستوجب إزالة المادة الخافضة للتوتر السطحي بواسطة غسل الرئة. لقد ثُبِّتَ إمكانية الشفاء من هذا المرض في نماذج الفئران عن طريق زرع نخاع العظم من الخلايا الجذعية المنتجة للدم التي خضعت جيناتها للتصحيح، لكن هذا النهج لم يثبت عمليًّا في البشر؛ بسبب حدوث العدوى خلال عمليات الاستنزاف الشديد أو الكامل لخلايا نخاع العظام/الكبت المناعي الضرورية. أورد بروس ترابنيل وزملاؤه مؤخرًا طريقة لمعالجة هذا المرض في الفئران بعد نقل واحدة من الخلايا البلعمية المصححة جيناتها مباشرة إلى الرئتين. ولقد استمرت هذه الخلايا لمدة عام واحد على الأقل. سيغني مثل هذا الزرع عن الحاجة إلى الاستنزاف الشديد أو الكامل لخلايا نخاع العظام والكبت المناعي، ويحتمل أن يكون أكثر جدوى لعلاج المصابين.

Pulmonary macrophage transplantation therapy

T Suzuki *et al*

doi:10.1038/nature13807

بيولوجيا الخلية

الاقتران المبكر لجينات *Hox* بالانقسام

ترتبط نطاقات تعبير جينات *Hox* بشرائح الدماغ في مؤخرة رؤوس الفقاريات الفكية النامية. كما توجد أيضًا بالحبليات اللافقارية كالسهميات، لكن علاقتها بالتنميط الدماغي غير واضحة، كما أنه من الصعب ربط مناطق الأنظمة العصبية البسيطة غير الانقسامية بدماغ الفَكِّيات. ما يجري بالفقاريات عديمة الفك غير واضح. البعض أشار إلى أنه قد لا تكون هناك أي صلة واضحة بين أقلمة الدماغ وتعبير جينات *Hox* بتلك المخلوقات، لكن روب كروملاوف وزملاءه يبينون هنا أن تعبير جينات *Hox* والتقسيم بمؤخرة الدماغ لا يصطف بسمك الجلكي فقط، بل إن الصلات عميقة ومفصلة على حد سواء. تبين تلك النتائج أن ازدواج هيئة جينات *Hox* بتقسيم مؤخرة الدماغ سمة غابرة لها أصلها عند قاعدة الفقاريات.

A Hox regulatory network of hindbrain segmentation is conserved to the base of vertebrates

H Parker *et al*

doi:10.1038/nature13723

الشكل أعلاه | تعبير العوامل المنظمة للانقسام وجينات هوكس hox في مؤخرة دماغ سمك الجلكي. يصور التعبير الجيني بواسطة التهجين في الموقع في أجنة سمك الجلكي عند st19-26. تُعرض المناظر الظهرية، مع توجه الشكل الأمامي لأعلى. تشير رؤوس الأسهم إلى بداية التعبير الجيني للانقسام في مؤخرة الدماغ النامية. a، الأمامي؛ l ، الأيسر؛ p ،الخلفي؛ r، الأيمن.

فيزياء نظرية

الخيوط المغناطيسية، والانفجارات الشمسية

المقذوفات الإكليلية هي انفجارات واسعة النطاق بالغلاف الشمسي، تتكون من بلازما شمسية محصورة بمجال مغناطيسي. تلك المقذوفات لها قدرة على إنتاج عواصف شمسية هنا على الأرض تستطيع تدمير الأقمار الصناعية وتعطيل الحصول على الطاقة المولَّدة أرضيًّا. يبيِّن تاهار آماري وآخرون -مستخدمين ملحوظات المجال المغناطيسي الكروي الضوئي والنماذج الفعالة للمجال المغناطيسي الإكليلي الشمسي الذي وقع في الأيام الأربعة السابقة على القذف إكليلي الكتلة بديسمبر 2006- أن الآلية الفيزيائية المسؤولة عن مثل تلك المقذوفات يتم تفسيرها بأفضل طريقة على أنها البزوغ والقذف المتأخر لمجال مغناطيسي "خيطي ملتوٍ".

Characterizing and predicting the magnetic environment leading to solar eruptions

T Amari *et al*

doi:10.1038/nature13815

علم الأمراض

استهداف سرطان الدم الليمفاوي الحاد

اثنان من إنزيمات نازعة الميثيل لايسين 27 هيستون3، (UTXو JMJD3) المعروضان هنا لديهما أدوار متناقضة في خلايا سرطان الدم الليمفاوي الحاد للخلايا التائية (T-ALL) وفي نموذج الفأر المصاب بالمرض موضوع الدراسة. يتم التعبير المفرط عن JMJD3 في سرطان الدم الليمفاوي الحاد للخلايا التائية، وهو ضروري لاستمرار المرض، في حين يكون UTX هدفًا لإخماد الطفرات في سرطان الدم الليمفاوي الحاد للخلايا التائية البشرية ويعمل بوصفه كابحًا للورم. يمنع مثبط إنزيم نازعة الميثيل نمو خطوط خلايا سرطان الدم الليمفاوي الحاد للخلايا التائية، ليقدم وسيلة علاجية محتملة لسرطان الدم الحاد، الذي يُعجِّز عن تشخيصه وليست له علاجات مستهدفة متوفرة حاليًّا.

Contrasting roles of histone 3 lysine 27 demethylases in acute lymphoblastic leukaemia

P Ntziachristos *et al*

doi:10.1038/nature13605



غلاف عدد 30 أكتوبر 2014
طالع نصوص الأبحاث في عدد 30 أكتوبر من دَوْريّة "*Nature*" الدولية.

فيزياء

التصوير المقطعي الكَمّي لِلّيفيتون

تنبأ ليونيد ليفيتوف وآخرون في عام 1996 بنوع جديد من أشباه الجسيمات، يُدعى ليفيتون، حيث تم تخليقه لأول مرة في العام الماضي. يتكون الليفيتون من إلكترون مفرد بطَوْر كَمِّي نقي مُحكَم يمكنه الانتقال عبر المعادن، ويمكن استخدامه كحامل قوي للمعلومات الكمّية بالدوائر الإلكترونية. يبين كريستيان جلاتلي وزملاؤه الآن إمكانية الحصول على معرفة كاملة للدالة الموجية لإلكترون في شكل ليفيتون، حيث كانت مثل تلك القياسات الكمّية المقطعية مستحيلة بالنسبة إلى الإلكترونات في السابق. ولذا.. ينبغي أن يفتح ذلك التوافر للأداة الجديدة آفاقًا جديدة لتطوير علم البصريات الكمّية الإلكترونية.

Quantum tomography of an electron
T Jullien *et al*
doi:10.1038/nature13821

بيولوجيا الخلية

تنشيط مركب APC/C يمنع تمايز الخلية

السيكلوسوم، أو مركب تعزيز الانفصال (APC/C)، هو إنزيم الليجاز المكون من ثلاث عشرة وحيدة فرعية من اليوبيكويتين. يتوسط هذا المركب التطور من خلال انقسام الخلية الميتوزي، عن طريق استهداف بروتينات الركيزة؛ للتحلل بواسطة نظام اليوبيكويتين-بروتيوزوم. خلال الانقسام الميتوزي، يرتبط بروتين Cdc20 بمركب APC/C لتنشيطه، ويتعرف البروتينان معًا على الركائز المستهدفة. يمكن لتقييد الخروج الميتوزي، من خلال تثبيط نشاط APC/C أن يستحث موت الخلية الورمية. لذا.. فقد يكون ذا قيمة علاجية محتملة. تبين هذه الدراسة أن الاضطراب المتزامن لتفاعلين مختلفين من تفاعلات البروتين-البروتين داخل مركب الركيزة (APC/C- Cdc20) يمكن أن يثبط التحلل البروتيني المعتمِد على APC/C والخروج الميتوزي معًا.

Synergistic blockade of mitotic exit by two chemical inhibitors of the APC/C
K Sackton *et al*
doi:10.1038/nature13660

وراثة

التأثير الأُمومي مقابل الأبوي بالأَجِنَّة النباتية

على الرغم من وجود عدد من الدراسات عن تنشيط عملية نسخ الجينات بعد الإخصاب، لا يزال توقيت تنشيط الجينوم في النباتات موضوعًا للمناقشة. فقد قيّم الباحثون تنشيط الجين الأبوي وظيفيًّا باستخدام التحاليل الوراثية واسعة النطاق. وتؤكد النتائج أن تنشيط الجينوم الأبوي لا يحدث في خطوة واحدة مبكرة منفصلة، وتُظْهِر أن الجينومات الأموية والأبوية لا تقدم إسهامات مكافئة في مرحلة التطور الجنيني النباتي المبكرة، وتكشف عن تأثير كبير بشكل غير متوقع للخلفية الوراثية الهجينية على نشاط الجينات الأبوية.

Non-equivalent contributions of maternal and paternal genomes to early plant embryogenesis
G Toro-De León *et al*
doi:10.1038/nature13620

تطـوُّر جينات رتبـة الأنتنابيديا في الإسفنج

لا تعكس الهيئة البسيطة لجسم الإسفنج تعقيد جينوماتها، التي تحتوي على مجموعة متنوعة من عوامل النسخ المنخرطة في تنميط الجسم في مخلوقات أكثر تعقيدًا، مثل جينات رتبة Antennapedia التي تشمل في الحيوانات ثنائية التناظر أو متناظرة الجانبين (الحيوانات ذات النهايات الأمامية والخلفية المميزة) *Hox*، وParaHox، وNK. يحتوي جينوم الإسفنج *Amphimedon queenslandica* على مجموعة صغيرة من جينات NK، لكنه لا يحتوي على جينات *Hox* أو ParaHox. وأدَّى ذلك إلى فرضية أن جينات Hox و ParaHox تطورت بعد تباعد الإسفنج عن النَّسب المؤدي إلى تكون رتبة اللاسعات (قناديل البحر، وشقائق النعمان البحرية، وغيرها) والحيوانات ثنائية التناظر. ومع ذلك.. أشارت دراسة البنية العامة لجينوم الاسفنج إلى أن *Hox* وParaHox كانا موجودين ذات مرة في وقت سابق، وفُقِدا بعد ذلك – فرضية "الشبح". وقد درس ماجا أدامسكا وزملاؤه جينومين اثنين من الإسفنجيات الكالسيّة، وهي نسل متميز من الإسفنج الغروي، وتبيَّن أنه في حين لا تتجمع جينات NK، إلا أن هناك ـ على الأقل ـ جينًا واحدًا لـ ParaHox (Cdx). يضيف هذا وزنًا لفرضية "الشبح"، ويسلط الضوء على الحاجة إلى دراسة جينومات عديد من الأنساب المتنوعة من الإسفنج؛ بغية الحصول على صورة أكثر اكتمالًا للسلف الحيواني لجينات رتبة الأنتنابيديا.

Calcisponges have a ParaHox gene and dynamic expression of dispersed NK homeobox genes
S Fortunato *et al*
doi:10.1038/nature13881

علم المواد

بورينات الأنبوب النانوي – الكربوني

يمكن للنظائر التركيبية لقنوات الغشاء الحيوي التي تتميز بالكفاءة المرتفعة والانتقائية البديعة لنقل الأيونات والجزيئات أن تجد تطبيقات مختلفة. وفي حين يمكن إنتاج مساميات نانوية بحجم مشابه لذلك الخاص بقنوات البروتين، تَظَلّ خواص تماثلها ونقلها تحدِّيًا. يبيّن جيا جينج وآخرون إمكانية إدراج أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار تلقائيًّا إلى طبقات الليبيد الثنائية وأغشية الخلية الحية؛ لتكوين قنوات ذات خواص نقل مفيدة وقابلة للضبط. توفر جزيئات الكربون نانوي الأنبوب المشكِّل للقناة أو البورينات منصة مسام نانوية حيوية واعدة لتطوير واجهات الخلية، ودراسة النقل بالقنوات الحيوية، وتخليق المستشعرات العشوائية.

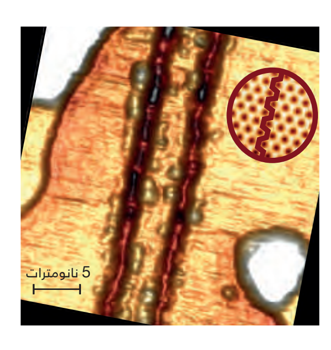
Stochastic transport through carbon nanotubes in lipid bilayers and live cell membranes
J Geng *et al*
doi:10.1038/nature13817

المغناطيسية على الحافة بالأشرطة الجرافينيّة

يمكن للعيوب البنيوية بالجرافين أن تمتلك حركات مغزلية إلكترونية مفردة، مما يثير تساؤلًا مثيرًا عما إذا كان من الممكن مزاوجة تجمُّع من مثل تلك الحركات المغزلية؛ لتوليد تنظيم مغناطيسي طويل المدى. تستقصي جابور زولت ماجدا وآخرون تجريبيًّا الظروف التي يمكن أن ينشأ من تحتها ذلك التنظيم، عن طريق هندسة متسلسلة من النطاقات النانوية الجرافينية تمتلك ترتيبات حركة مغزلية مميزة على طول حوافّها. وقد اكتشفوا أن تلك الشرائط الجرافينية ـ مع ما يُدعى توجهات الحافة "المتعرجة" ـ تبدي تنظيمًا مغناطيسيًّا واضحًا، مع وجود تنظيم شريطي عابر، يتحول من مضاد الانجذاب المغناطيسي إلى الانجذاب المغناطيسي كلما ازداد عرض الشريط. يمكن لذلك التنظيم أن يكون مستقرًّا، حتى عند درجة حرارة الغرفة؛ مما يعزز آفاق الأجهزة الإلكترومغزلية القائمة على الجرافين.

Room-temperature magnetic order on zigzag edges of narrow graphene nanoribbons
G Magda *et al*
doi:10.1038/nature13831

الشكل أسفله | تصنيع شرائط الجرافين النانوية بتوجهات حافة بلورية محددة بدقة. صورة مجهر مسح نفقي (500 مللي فولت، 0.8 نانو أمبير) لشريط جرافين نانوي بعرض 5 نانومتر مع توجه حافة ذات ذراعين (أ) وصورة مجهر مسح نفقي لشريط بعرض 6.5 نانومتر بحواف ذات توجه متعرج دقيق (300 مللي فولت، 2 نانو أمبير)



أحياء جزيئية

بِنْيَة وحدة اليوبيكويتين لمركَّب PRC1

تثبط بروتينات مجموعة البوليكومب Polycomb التعبير عن الجينات المُنظَّمة تموِّيًا في حقيقيات النوى العليا. يضيف مركب البوليكومب المثبط 1 (PRC1) اليوبيكويتين إلى هيستون H2A باستخدام وحيدات ليجاز اليوبيكويتين E3، وRing1B وBmi1، جنبًا إلى جنب مع إنزيم UbcH5c المقترن باليوبيكويتين E2. يصف سونج تان وزملاؤه في هذه الورقة البحثية البِنْيَة البلورية للوحدة النمطية لعملية إضافة اليوبيكويتين لمركّب البوليكومب المثبط 1 (PRC1) المقيدة للركيزة الأساسية للنيوكليوسوم. تبيِّن البِنْيَة كيف يحقق إنزيم تعديل الهيستون خصوصية الركيزة من خلال التفاعل مع السطوح المتعددة للنيوكليوسوم المميزة مكانيًّا من موقع الحفز، وتكشف دورًا غير متوقع لإنزيم E2 في التعرف على الركيزة. وبناءً على بياناتهم الجديدة، يولِّد الباحثون نموذجًا لتقييد النيوكليوسوم لإنزيم ليجاز BRCA1 H2A E3 ذي الصلة، الذى يمكن استخدامه لدراسة دور النشاط المعدل للهيستون BRCA1 في التطور والاستعداد المسبق للسرطان.

Crystal structure of thePRC1ubiquitylation module bound to the nucleosome

R McGinty *et al*

doi:10.1038/nature13890

طب

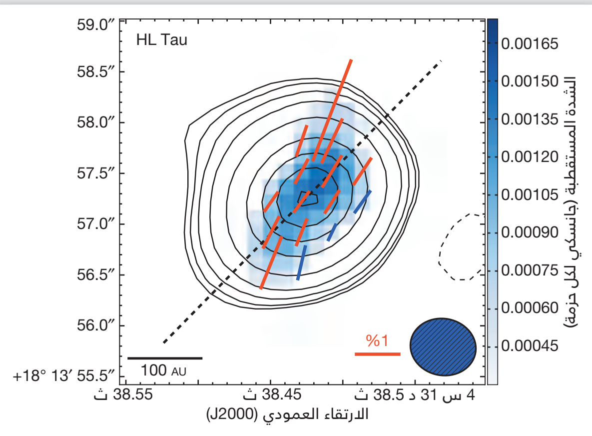
إصلاح القلب عن طريق تَحَوُّل الخلايا

تم التوصل مؤخرًا إلى التسليم ـ بشكل نهائي ـ بأن الخلايا الليفيّة القلبية خلايا متمايزة. فقد أظهر أرجون ديب وزملاؤه أن إصابة القلب تحث بشكل فورى هذه الخلايا الليفية للخضوع لعملية تحوُّل من خلايا متوسطة إلى بِطَانية (MEndoT)، واكتساب مصير يشبه الخلايا البطانية، وهي عملية تحدث جزئيًّا من خلال آلية تعتمد على البروتين *p53*. كما وجدوا أن عدم حدوث هذا التحول بالشكل الكافي عن طريق حذف البروتين *p53* يؤدي إلى انخفاض كثافة الأوعية الدموية بعد الإصابة الدماغية وتدهور وظائف القلب. وعلى العكس من ذلك.. فإن استخدام منشِّط صغير الجزيء من البروتين *p53* يزيد من حدوث هذه العملية، مما يؤدي إلى الحفاظ على وظائف القلب، والتئام الجروح بشكل أفضل.

Mesenchymal–endothelial transition contributes to cardiac neovascularization

E Ubil *et al*

doi:10.1038/nature13839



فَلَك

العزم المغناطيسي بالتكوُّن النجمي

يُعتقد على نطاق واسع أن تكوُّن المجالات المغناطيسية الحلقية هي الآلية السائدة لإعادة توزيع العزم الزاوي أثناء التكوين النجمي بأقراص التراكم، لكن الدعم الرصدي لذلك النموذج غير متوفر. فقد أبلغ إيان ستيفنز وآخرون عن قياسات محسوسة للانبعاث المتصل المستقطَب بقيمة 1.25 مم من قرص نجم تي تاوري HL Tau. يتزامن المجال المغناطيسي على نطاق 80 وحدة فلكية مع المحور الرئيس للقرص. وخلص الباحثون إلى عدم وجود توافق جيد للبيانات مع المجال الحلقي البحت، ولا المجال المغناطيسي الذي يهيمن عليه المكون العمودي. يوحِي التشكل غير المتوقع بأن دور المجال المغناطيسي أثناء تراكم نجم تي تاوري أكثر تعقيدًا من الفهم النظري الحالي.

Spatially resolved magnetic field structure in the disk of a T Tauri star

I Stephens *et al*

doi:10.1038/nature13850

الشكل أعلاه | الكشف عن تشكل المجال المغناطيسي للنجم الصغير HLTau عند دقة فصل 0.6". تم تدوير متجهات الاستقطاب (الخطوط المتلونة القصيرة) بزاوية 90° لتبين توجه المجال المغناطيسي الاستدلالي. المتجهات الحمراء عبارة عن كشوف > $3\sigma_p$ بينما المتجهات الزرقاء عبارة عن كشوف بين $2\sigma_p$ و$3\sigma_p$، حيث الـ σ_p هو متوسط الجذر التربيعي للضوضاء الخاصة بـ *P*. لم نبين المتجهات عندما تكون نسبة الإشارة إلى الضوضاء لكثافة التدفق Stokes *I* أقل من 2. يتناسب أحجام المتجهات مع الاستقطاب الكسري *P*، بحيث يكون شريط النطاق الأحمر متطابقا مع *P* = %1. تم توضيح خطوط كونتور كثافة التدفق الخاصة بـ (3-، 3، 4، 6، 10، 20، 40، 60، 80، 100) X عندما تكون σ_I = 2.1 ملِّي جانسكي لكل حزمة وهي متوسط الجذر التربيعي للضوضاء الخاصة ب *I*. يبين النطاق اللوني الشدة المستقطبة بوحدات جانسكي لكل حزمة. تبين الخطوط المتقطعة المحور الرئيس الخاص بـ PA = 136°. تم توضيح الحزمة التوليفية أسفل اليمين ولها حجم 0.65" X 0.56" و PA = 79.5o. الانحراف Dec.؛ الارتقاء العمودي RA.

عِلْم المناخ

تغيُّر دورة الكربون أثناء الذوبان الجليدي الأخير

تظل العمليات الأساسية المسؤولة عن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي عند انتهاء العصر الجليدي الأخير (ما بين 23,000، و9,000 سنة مضت) غير واضحة. تقدِّم تلك الورقة البحثية سجلات مرتفعة الدقة لثاني أكسيد الكربون والميثان للذوبان الجليدي الأخير من الصفيحة الجليدية القطبية الغربية لانقسام اللب الجليدي. وقد اكتشف الباحثون أن نسبة كبيرة من التأثير الإشعاعي الكبير المصاحب لارتفاع ثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي أثناء العصر الجليدي الأخير قد حدث في ثلاث خطوات مفاجئة خلال ما يقرب من أربعة قرون. وقد أشاروا إلى أن تلك الوتيرة النطاقية المئوية السريعة لتقلُّب ثاني أكسيد الكربون ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمناخ نصف الكرة الشمالي، الذي يُحتمل أن يكون واقعًا تحت سيطرة قوة الدوران الانقلابي الجنوبي الأطلسي.

Centennial-scale changes in the global carbon cycle during the last deglaciation

S Marcott *et al*

doi:10.1038/nature13799

علم السرطان

الخلايا الجذعية السرطانية المعتمِدة على التنفس

تمثل طفرات جين المكوِّن الورمي *KRAS* حدثًا دافعًا للسرطان الغُدِّي البنكرياسي القنوي. ويؤدي استهداف هذا المسار إلى تراجع الورم، لكنّ تواتر الانتكاس يشير إلى أن جزءًا صغيرًا من الخلايا السرطانية يظل على قيد الحياة، حتى في غياب إشارات تكوُّن الورم. وباستخدام نموذج الفأر Kras/p53 لسرطان البنكرياس، الذي يمكن فيه تعطيل التعبير عن جين المكوِّن الورمي *KRAS*، يوضح جوليو درتا وزملاؤه أن الفئات السكانية الفرعية من خلايا الأورام الخاملة ـ التي بقيت على قيد الحياة بعد استئصال الجين الورمي ـ هي المسؤولة عن انتكاس الورم وتعتمد على الفسفتة الأوكسيدية (OXPHOS)؛ من أجل البقاء على قيد الحياة. وتُظْهِر هذه الخلايا حساسية عالية لمثبطات الفسفتة الأوكسيدية، التي يمكن أن تحول دون عودة الورم، مما يدل على أن الجمع بين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

استهداف مسار جين *KRAS* وتنفُّس الميتوكوندريا قد يكون فعّالًا في علاج سرطان البنكرياس.

Oncogene ablation-resistant pancreatic cancer cells depend on mitochondrial function

A Viale *et al*

doi:10.1038/nature13611

تطوُّر

التباين المبكر لسلالة الثدييات

الهاراميدات Haramiyids هي ثدييات أحفورية قديمة، عُرفت ـ حتى وقت قريب للغاية ـ من خلال أسنانها، ويُعتقد في انتمائها ـ بطريقة غير واضحة ـ إلى شبه القوارض المنقرضة، وهي اللانابيّات multituberculates. لم يؤدِّ اكتشاف الجماجم والهياكل العظمية إلا إلى زيادة الارتباك.. فهناك تقرير يؤكد، وآخر يتشكك في الرابطة مع اللانابيات. ومؤخرًا، أوضح جين مينج وزملاؤه ثلاثة أنواع جديدة من الهاراميدات من العصر الديناصوري بالصين، وهو ما يدعم الرابطة مع اللانابيات، ويبيِّن أن التباعد الأوَّلي بين مجموعات الثدييات ـ أحادية الفجوة monotremes على جانب، والجرابيات والمشيميّات على جانب آخر - قديم للغاية، ويعود تاريخه إلى فترة العصر الترياسي.

Three new Jurassic euharamiyidan species reinforce early divergence of mammals

S Bi *et al*

doi:10.1038/nature13718

الشكل أسفله | النماذج النمطية لثلاثة من أنواع الإيوهاراميدانات. أ، النموذج النمطي *Shenshou lui* (LDNHMF2001).



فسيولوجيا

الـRNA يحافظ على دقة الساعة البيولوجية

إنّ جين التردد *frq* هو مكون أساسي لنظام الساعة البيولوجية لفطر Neurospora. يُظْهِر يي ليو وزملاؤه أن نسختي جين *frq*، ونسخته المضادة للتعبير *qrf* مثبطان للطرفين، ويشكلان حلقة تغذية مرتدة سلبية مزدوجة، ومطلوبة لساعة بيولوجية مستدامة وقوية. يثبط النسخ المضاد للتعبير عملية النسخ المعبِّر؛ مما يؤدي إلى إنهاء عملية النسخ مبكرًا. وبناءً عليه.. تُعَدّ عملية النسخ المضاد للتعبير سمة أساسية لنظام الساعة البيولوجية.

Transcriptional interference by antisense RNA is required for circadian clock function

Z Xue *et al*

doi:10.1038/nature13671

أحياء مجهرية

النشاط المضاد لـHIV في طفرة VRC01

جدَّد الاكتشاف الأخير للأجسام المضادة واسعة التأثير ضد فيروس نقص المناعة البشرية الاهتمامَ باستخدامها؛ من أجل تحقيق الحماية السلبية ضد الفيروس. تصف هذه الورقة البحثية طفرة بالجسم المضاد VRC01، الذي يسهم في تحسين عملية الارتباط بمستقبل Fc الوليد، ويزيد من العمر النصفي للأجسام المضادة في مصل الدم والأنسجة المخاطيّة، بالإضافة إلى منح حماية متفوقة في نموذج التحدي لفيروس نقص المناعة البشرية القردي بالمستقيم في قرود المكاك، بالمقارنة بالنوع البري VRC01.

Enhanced neonatal Fc receptor function improves protection against primate SHIV infection

S Ko *et al*

doi:10.1038/nature13612

مضيف جيد لميكروبات الأمعاء

تعتمد صحة الإنسان على حالة الكائنات المجهرية المعوية. ولذلك.. فمن المنطقي أن تُستهلك موارد الجسم لحماية الميكروبات "الجيدة" خلال الاستجابة المنهجية للعدوى. أحد هذه الموارد هو عملية الارتباط بالفوكوز (L-fucosylation)، حيث تمثل جزيئات L- فوكوز المرتبطة بالبروتينات السكرية والدهون السكرية مصدر طاقة للكائنات المجهرية بشكل حصري. ويبين جوزيف بيكارد وزملاؤه أن التعرض الممنهج لأجزاء الارتباط ببروتينات المناعة (TLR) يستحث ارتباط خلايا الأمعاء الدقيقة البِطَانية بالفوكوز، عن طريق آلية تعتمد على الخلايا التغضُّنية، وإنترلوكين 22 (IL-22). يتم سَكْب بعض سكر فوكوز في تجويف الأمعاء؛ لتوفير الغذاء للأحياء المجهرية، كما يسهم في إنتاج الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة، المفيدة للمضيف.

Rapid fucosylation of intestinal epithelium sustains host–commensal symbiosis in sickness

J Pickard *et al*

doi:10.1038/nature13823

فَلَك

التكوُّن الكوكبي المحتمَل بـ GGTau-A

يُعَدّ رصد مصفوفة أتاكاما المليمترية الضخمة (ALMA) للنظام النجمي GG Tau A واحدًا من أكثر الأنظمة النجمة التي تمت دراستها، لتكشف عن تدفق المواد الجديدة التي يمكن أن تجعل التكون الكوكبي ممكنًا، حتى بالبيئات غير المستقرة لأنظمة النجم الثنائي اليافع. وقد سبق أن تم التنبؤ بذلك التدفق من خلال المحاكاة العددية، لكن لم يتم التحقق منها. تبيِّن صور جديدة شظايا غاز تم تتبُّعها من خلال انبعاث أول أكسيد الكربون داخل تجويف الـ GG Tau A. يشير التحليل الحركي إلى قدرة التدفق على المحافظة على القرص الداخلي حول الـ GG Tau Aa لما وراء فترة عمر التراكم، ليترك وقتًا كافيًا يسمح بتكوين الكوكب.

Possible planet formation in the young, low-mass, multiple stellar system GG Tau A

A Dutrey *et al*

doi:10.1038/nature13822

علم البكتيريا

تمييز الهدف من خلال جهاز المناعة البكتيرية

يمكن أن تحمل فيروسات البكتيريا التي تندمج في الجينوم البكتيري جينات تمنحها ميزة إضافية. ومع ذلك.. لم يكن واضحًا كيف يتوازن هذا التفاعل المفيد ضد دفاع المضيف بواسطة جهاز المناعة CRISPR-CAS، الذي يدافع عن البكتيريا ضد عدوى الفيروس باستخدام إنزيم نيوكليز Cas، وأدلة الحمض النووي الريبي الصغيرة التي توفر خصوصية تسلسل التتابعات الوراثية؛ لشق المواقع المستهدفة في جينوم الفيروس. هنا، يبين لوتشيانو مارافيني وزملاؤه أن جهاز CRISPR-Cas لبكتيريا *Staphylococcus epidermidis* يمكِن أن يمنع العدوى بالفيروسات التحلُّلِية، لكنه يتحمل الاستذابة بواسطة العاثية المعتدلة من خلال آلية استهداف الحمض النووي المعتمدة على النسخ. يوسع هذا العمل مراجع الوظائف المناعية المستندة إلى CRISPR، لتشمل إنشاء وسيلة للتحمل المشروط لعناصر أجنبية.

Conditional tolerance of temperate phages via transcription-dependent CRISPR-Cas targeting

G Goldberg *et al*

doi:10.1038/nature13637



غلاف عدد 6 نوفمبر 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 6 نوفمبر من دَوْريّة "*Nature*" الدولية.

أحياء جزيئية

بِنْيَة مركّب I في الثدييات

الإنزيم الأول من سلسلة نقل الإلكترون في الميتوكوندريا، المركب I (ثنائي نوكليوتيد النيكوتينامين والأدنين المختزل NADH: الإنزيم المؤكسد المختزل لليوبيكوينون)، الذي يربط نقل الإلكترون من ثنائي نوكليوتيد النيكوتينامين، والأدنين المختزل إلى اليوبيكوينون مع إزفاء بروتون عبر غشاء الميتوكوندريا الداخلي، مما يؤدي إلى تخليق ثلاثي فوسفات الأدنوزين ATP. تُورِد هذه الدراسة بِنْيَة مجهر إلكترون تبريد العينة للمركب I من ميتوكوندريا القلب البقري عند استبانة قدرها 5 أنجستروم. يُعَدّ إنزيم الثدييات أكبر بكثير من البِنَى التي تم نشرها مسبقًا للمركب I من الكائنات

الدنيا. وقد حدَّد الباحثون بِنَى 28 من 44 وحدات فرعية – 14 منها محفوظة و14 خاصة بالثدييات.

Architecture of mammalian respiratory complex I

K Vinothkumar *et al*

doi:10.1038/nature13686

فلك

الحشود المَجَرِّيّة ساخنة وباردة

تشير انبعاثات الأشعة السينية القوية إلى أن الغازات الساخنة التي تشكل الوسط الحشدي الداخلي (ICM) لأنوية العديد من حشود المجرات الساطعة تبرد بطريقة سريعة. وتفعل ذلك بشكل سريع للغاية، لدرجة ينبغي أن تؤدي إلى تراكمات هائلة من الغاز البارد والتكوين النجمي النشط بالتناقض مع المشاهدات المرصودة. توفر تلك الورقة البحثية حلًّا لـ"مشكلة التدفق التبريدي" تلك، موضحة كيفية انتقال الطاقة من ثقب أسود مركزي فائق الضخامة. ترصد إيرينا زورافيلفا وآخرون بيانات أشعة سينية من حشود رأس الغول والعذراء، ويستخدمون طريقة تحليل جديدة للبيانات؛ لتقييم معدل تسخين الوسط الحشدي الداخلي ICM من تبدد الاضطراب. وقد اكتشفوا أن التسخين الاضطرابي كافٍ لمعادلة التبريد الإشعاعي، التي توازِن ذلك محليًّا عند كل نصف قطر.

Turbulent heating in galaxy clusters brightest in X-rays

I Zhuravleva *et al*

doi:10.1038/nature13830

تباطؤ التبريد بالأقزام البيضاء المغناطيسية

سوف تنهي غالبية النجوم في الكون حياتها كأنوية ناضبة تُعرف بالأقزام البيضاء. فهناك نجوم قزمة قديمة معزولة ذات أجواء تصعِّد مجالات مغناطيسية أقوى من تلك الخاصة بالنجوم القزمة اليافعة، الخالية من التيارات الحملية، وهو شيء محير، نتيجة أنه من المتوقع أن تتحلل المجالات مع الزمن. إضافة إلى ذلك.. فإن بعض الأقزام البيضاء ذات المجالات القوية تتباين في السطوع مع دورانها. ترصد جينادي فاليافين وآخرون ملاحظات بصرية، وتحليلًا للقزم الأبيض القوي مغناطيسيًّا WD1953-011، حيث اكتشفوا أن المجال المغناطيسي يقمع الحرارة بالغلاف الجوي؛ مما يؤدي إلى بقع داكنة بالمناطق الأكثر مغنطةً. تلك المجالات المغناطيسية كافية لمنع التيار الحملي عبر كامل السطح بالأقزام البيضاء المغناطيسية الباردة، وبالتالي تثبيط تطورها التبريدي بالنسبة إلى الأقزام البيضاء ضعيفة المغنطة وغير المغناطيسية.

Suppression of cooling by strong magnetic fields in white dwarf stars

G Valyavin *et al*

doi:10.1038/nature13836

فسيولوجيا النبات

استجابات الأوكسين مقابل نمو النبات

تتحكم تدرجات هرمون النبات "الأوكسين" وعوامل نسخ الوفرة المستحثة بالأوكسين (PLT) في انقسام الخلايا النباتية إلى مناطق تطورية متميزة. كما يعد الأوكسين ضروريا أيضا للاستجابات الاستوائية التي من خلالها تضبط النباتات اتجاهات نموها بسرعة لتتكيف مع الظروف البيئية. باستخدام مزيج من الأساليب التجريبية والحسابية، أظهر آري بيكا ماهونين كيفية تحكم تفاعل مركب الأوكسين والوفرة المستحثة بالأوكسين في توزيع النباتات بالمناطق المختلفة والانتحاء الأرضي. ووجدوا أن تدرج الوفرة المستحثة بالأوكسين ليس ناتجا عن تدرج الأوكسين. وبدلًا من ذلك.. تولِّد مستويات الأوكسين العالية الممتدة لفترات طويلة مجال نسخ ضيقًا يتولد منه تدرج الوفرة المستحثة بالأوكسين، محدِّدًا موقع المناطق التطورية. يسمح هذا التصميم التنظيمي المحدد الذي يتعاون فيه الأوكسين مع الوفرة المستحثة بالأوكسين، من خلال آليات مختلفة وعلى فترات زمنية مختلفة، بكل من الاستجابة البيئية الاستوائية السريعة وديناميكية مستقرة للتوزيع، والتي تعد ضرورية من أجل تمايز متناسق للخلايا.

PLETHORA gradient formation mechanism separates auxin responses

A Mähönen *et al*

doi:10.1038/nature13663



الشكل أسفله | مستويات الوفرة المستحثة بالأوكسين PLT تُعَرف حدود مناطق الخلايا المختلفة. أ، تقسيم مناطق الخلايا لجذر من النوع البري بعمر 4 أيام. تشير الأسهم ورؤوسها إلى أصغر خلية من الخشب البدائي.

علم البيئة

النباتات التي تنمو معًا بشكل أفضل

غالبًا ما تكون المجتمعات النباتية الأكثر تنوعا أكثر استقرارًا وإنتاجية، وهو التأثير الذي يميل إلى الزيادة مع مرور الوقت. في هذه الورقة البحثية، تحقق ديبرا زوبينجر دينجلي وزملاؤها في دور التطور في هذه الظاهرة البيئية. قام الباحثون بتجميع المجتمعات الإيكولوجية الجديدة باستخدام النباتات -الحشائش، والأعشاب والبقوليات- بمختلف تواريخها التطورية الأخيرة، والتي نمت في مجتمعات مختلطة الأنواع أو في زراعات أحادية. كان أداء النظام الإيكولوجي وتنوع الأشكال الظاهرية أكبر في مجتمعات النباتات المزروعة مختلطة من التي تزرع بشكل أحادي، مما يشير إلى أن تأثيرات التنوع البيولوجي في المجتمعات الطبيعية يتعزز كلما تكيفت المجتمعات مع بيئتها الحيوية. والاستنتاج أن التطور على نطاق صغير مهم للعلاقات البيئية يجمع هذه المنظورات المختلفة معا على التعايش بين هذه الأنواع في المجتمعات الطبيعية.

Selection for niche differentiation in plant communities increases biodiversity effects

D Zuppinger-Dingley *et al*

doi:10.1038/nature13869

علم المواد

وصلات ثنائية فعّالة، باعِثة للضوء

تشكل الوصلات الثنائية الباعثة للضوء (LEDs) الأساس للعديد من تقنيات الإضاءة الحديثة . تشكل الوصلات الثنائية الباعثة للضوء وخاصة تلك التي يمكن معالجتها من محلول جذبًا حيث توفر إمكانية التصنيع واسع النطاق منخفض التكلفة على مجموعة متنوعة من الركائز. الوصلات الثنائية المعالَجَة محلوليًّا أقل كفاءة بوجه عام مقابل نظائرها المرسبة فراغيًّا. أوضح زياوجانج بينج وزملاؤه كيفية استخدام التغيرات الطفيفة بعمارة الجهاز لتحسين كفاءة الوصلات الثنائية الباعثة للضوء النقطية الكمّيّة المعالجة محلوليًّا، من خلال إدراج طبقة عازلة إلى الوصلة الثنائية الباعثة للضوء متعددة الطبقات المعالجة محلوليًّا، تحقق الباحثون من مستويات الكفاءة التي يمكن مقارنتها بتلك الخاصة بالوصلات الثنائية العضوية بالغة الحداثة الناتجة من خلال الترسيب الفراغي، مع الحفاظ على مزايا المعالجة المحلولية.

Solution-processed, high-performance light-emitting diodes based on quantum dots

X Dai *et al*

doi:10.1038/nature13829

أحياء

جزيئات الـmRNAs ذات الإضافة اليوريدينيّة

تعديل اليوريدين إلى يوريدين زائف منتشر على نطاق واسع في جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال mRNAs والناقل tRNAs. حتى الآن لم يتم التعرف عليه في الحمض النووي الريبي المرمز. استخدمت ويندي جيلبرت وزملاؤها تقنية فك تتابعات الجيل التالي تسمى Pseudo-seq لقياس تعديل اليوريدين إلى يوريدين زائف على نطاق الجينوم. لم يحدد الباحثون ما يقرب من 100 موقع جديد فقط في جزيئات الحمض النووي الريبي غير المرمزة، لكن اكتشفوا أيضًا الإضافة اليوريدينية الزائفة. تعود هذه التعديلات في الغالب إلى نشاط أفراد عائلة إنزيمات مخلقة زائفة اليوريدين Pus، وقد تكون استجابة لظروف بيئية، مما يشير إلى أن التعديل المستحث للحمض النووي الريبي قد يكون وسيلة أخرى لتنظيم النسخ.

Pseudouridine profiling reveals regulated mRNA pseudouridylation in yeast and human cells

T Carlile *et al*

doi:10.1038/nature13802

بِنْية جديدة تبيِّن كيفية التعرف على الـDNA

يحتوي مركب المراقبة المناعية لبكتريا *Escherichia coli* على خمسة بروتينات، تسمى CasABCDE، والتي يتم تجميعها على طول جزيء واحد من الحمض

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

النووي الريبي الكريسبري crRNA، تشكل معًا لُب المركب الأساسي لنظام CRISPR/Cas. حل يانلي وانج وزملاؤه مؤخرًا البنية البلورية (مركب بكتلة جزيئية 405 كيلو دالتون) لهذا المعقد الموجه بالحمض النووي الريبي المقيد إلى الحمض النووي الريبي الكريسبري crRNA. تتبع المنطقة الفاصلة للحمض النووي الريبي الكريسبري crRNA مسارا مجوفا على طول الوحدات الفرعية CASC الستة. تغرس أحد وحدات CasC الفرعية في قاعدة الحمض النووي الريبي الكريسبري crRNA لتتسبب في أن تنقلب قاعدة واحدة للخارج. بهذه الطريقة، ينقسم مباعد الحمض النووي الريبي الكريسبري crRNA وظيفيا إلى خمسة قطع متساوية. تواجه القواعد داخل التتابع الأصلي الخارج، مما يشير إلى كيفية التعرف على الحمض النووي المستهدف.

Crystal structure of the RNA-guided immune surveillance Cascade complex in *Escherichia coli*

H Zhao *et al*

doi:10.1038/nature13733

تطور

الخلايا البكتيرية تتخلى عن الفرديّة؛ لتتطوّر

نشأت الكائنات متعددة الخلايا من أسلاف وحيدة الخلية، وهي عملية انطوت على درجة كبيرة من التعاون، وشدة ملحوظة في مواجهة أنواع الخلايا الخادعة التي تظهر حتمًا من داخل الجماعات المتعاونة. وبالتالي، ينطوي تطور الحياة للكائنات متعددة الخلايا على تحول في مستوى الاختيار من الكيانات الفردية للتجمعات.

قام بول ريني وزملاؤه بإكثار أنساب تعاونية بسيطة من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* التي نجت، إمّا من خلال احتضان الأنواع الخادعة، أو تنقيتها. اعتمدت الأنواع التي احتضنت الأنواع المخادعة دورة حياة مظهرية متناوبة، تذكِّر بالتحول التطوري الذي تتطلب لياقة جماعية لتصبح منفصلة عن لياقة الخلايا المكونة لها. دورات الحياة هذه لها خصائص تعكس تلك الصفات الضرورية لنشوء الحياة متعددة الخلايا المعقدة.

Life cycles, fitness decoupling and the evolution of multicellularity

K Hammerschmidt *et al*

doi:10.1038/nature13884

أحياء جزيئية

كيف تسيطر الخلايا الجنينيّة على المورفوجينات

يحشد الجنين النامي الأنسجة المعقدة والأعضاء من خلال التمايز المنسق لمجموعات الخلايا، وهي عملية تعتمد على اتصالات خلوية ذات كفاءة عالية. وكان من غير الواضح كيف تبسط الخلايا في الأنسجة النامية سيطرتها على محدثات التخلق (المورفوجينات) التي توجه مصيرها وهي تفرز في المساحات خارج الخلوية. باستخدام التصوير الحي يظهر دارين جيلمور وزملاؤه أن الخلايا في نظام الخط الجانبي النامي لسمكة الزرد ترتب نفسها في البيئات الميكروية المشتركة microlumina، بحيث إن الإشارات ـ مثل عامل نمو الخلايا الليفية (FGF) ـ تتركز أكثر في بعض المناطق أكثر من غيرها. يسمح هذا باستجابة منسقة من الخلايا المجاورة، وفقًا لموضعها، وهي عملية ردّ الفعل التي تؤثر بدورها على ترتيب الخلايا، وتدفع المزيد من التطور.

Luminal signalling links cell communication to tissue architecture during organogenesis

S Durdu *et al*

doi:10.1038/nature13852

الشكل أعلاه | ينظم تأثير عامل نمو الخلايا الليفية FGF توقيت ترسب الأعضاء بطريقة تعتمد على الجرعة. أ، التحليل الكمي لتنميط الخط الجانبي. موضع الأعضاء على طول الخط الجانبي بعد يومين من الإخصاب (cldnb:lynGFP) (d.p.f.). مخطط يظهر توصيف بروفايل الكثافة لمواضع الأعضاء المجمعة (أقل من N = 60 (في جميع الحالات، تمثل N عدد الأجنة وتمثل n نقاط البيانات)). الأعضاء والمنشم المهاجر مرمزة لونيا. **ب،** ارتباط توقيت ترسب الأعضاء والتباعد بين ترسبات متتالية (سبيرمان r^2 = 0.77، n=260). **ج، د،** تأثير مستوى عامل نمو الخلايا الليفية FGF على ترسب العضو. **ج،** مخطط التموج للمجموعة الضابطة، 0.5 ملى مول و1 ملى مول للعينات المعاملة SU5402. مخطط يظهر القياس الكمي لتوقيت ترسيب الأعضاء (n = 82 ، 114، 104).

علم المناعة

لقاح جديد يستهدف فيروس HIV-1

تصف هذه الورقة البحثية جسمًا مضادًّا وحيد النسيلة، محايدًا على نطاق واسع، يرتبط بفاعلية عالية مع حاتمة بروتين سكري يوجد بغلاف فيروس نقص المناعة البشري 1. يظهر التوصيف البنيوي والجزيئي للجسم المضاد الجديد، المسمى 35O22، أنه محدد لموقع جديد ضعيف مكوّن من الأحماض الأمينية والجليكانات التي تصل بين الوحدات الفرعية gp41 وgp120. يؤثر الجسم المضاد في خطوة دخول الفيروس بعد الارتباط بـ CD4 وقبل ارتباط CCR5. ويشير التحليل المصلي إلى أن الأجسام المضادة لهذا الموقع الضعيف المتعرف عليه حديثًا تستخرج عادة عن طريق العدوى الطبيعية، مما يثير احتمال أنه قد يكون هدفًا محتملًا للقاح واعد.

Broad and potent HIV-1 neutralization by a human antibody that binds the gp41–gp120 interface

J Huang *et al*

doi:10.1038/nature13601

هندسة كيميائية

عامِل حفّاز ضوئي جديد غير تناظري

يركز الطلب المتزايد على المركبات النشطة بصريا بالصناعات الكيميائية والدوائية الاهتمام على العوامل الحفازة الضوئية اللاتناظرية كوسيلة اقتصادية محتملة لتوليف والجمع بين كيمياء أكسدة واختزال الضوء المرئي مع العامل الحفاز اللاتناظري. يبين الباحثون بتلك المخطوطة أن مركب الإيريديوم الانطباقي يمكن أن يكون بمثابة عامل حفاز لتفاعلات الأكسدة والاختزال الضوئية، ويوفر في ذات الوقت حثا لاتماثلي فعال للألكلة الانتقائية التماثلية للإيميدازولات آكيل-2. هذا العامل الجديد الذي يمثل به المعدن المركزي المصدر الحصري لانعدام التناظر المرآتي ومركز لحمض لويس النشط حفزيا ومركز أكسدة واختزال الضوء، يوفر فرص جديدة لتوليف "أخضر" للجزيئات متعددة التناظر المرآتي غير العنقودية.

Asymmetric photoredox transition-metal catalysis activated by visible light

H Huo *et al*

doi:10.1038/nature13892

علم الأعصاب

التقوية المشبكية طويلة الأمد في الجسم الحيّ

غالبًا ما كانت تجرى دراسات آليات المرونة المشبكية في المختبر، مما يثير التساؤل حول علاقة هذه الآليات بكل نظام بالجسم الحي. برهن أنتوني هولتمات وزملاؤه، من خلال تسجيل قراءات الخلايا العصبية السطحية في القشرة الحسية بالدماغ، على أن التحفيز الحسي الإيقاعي يستحث التقوية طويلة الأجل (LTP)، وهو مقياس للمرونة المشبكية القشرية وتشكيل الذاكرة دون الحاجة إلى إمكانات العمل المتكاثرة من الجهة الخلفية من جسم الخلية. وبدلًا من ذلك.. تعتمد التقوية طويلة الأجل على حدوث زوال الاستقطاب طويل الأمد داخل التشعبات. وتوفر هذه البيانات دليلًا على التقوية طويلة الأجل

المثارة حسيًّا، التي هي مستقلة عن الشوكات الجسدية، وتظهر أوجه تشابه مع التجارب المختبرية في الحصين (قرن آمون).

Sensory-evoked LTP driven by dendritic plateau potentials in vivo

F Gambino *et al*

doi:10.1038/nature13664

تطور جزيئي

أصل تركيب الجسم ثنائي التناظر في الهيدرا

الحيوانات ثنائية التناظر لها ثلاثة محاور جسمية – الأمامي-الخلفي، والظهراني-البطني واليساري اليميني – وكل منها مرتبط تحديدًا بعامل تأشير رئيس في التطور، Wnt، وBmp، وNodal . تعد اللاسعات، التي تشمل قناديل البحر وشقائق النعمان البحرية، والهيدرا وحلفاءهم، مجموعة شقيقة لثنائيات التناظر، لكنها أبسط منها، وتبدو أسطوانية ومتناظرة شعاعيا. تورد هذه الورقة البحثية وجود الجينات المتعلقة بعامل تأشير Nodal في الهيدرا. الجينات المتعلقة بـ (Ndr) – الذي يتم التعبير عنه في البراعم الجانبية النامية – هي أمر حيوي لإقامة محور جسم جديد، متميز عن الجسم الأصلي، في البرعم النامي. يعمل Ndr ضمن مسار يشبه كاسيت التأشير Nodal/Pitx/β-catenin الموجود في الفقاريات، وهو نظام تنظيمي، من المرجح أن يكون موجودًا قبل تشعب اللاسعات وثنائيات التناظر.

Nodal signalling determines biradial asymmetry in *Hydra*

H Watanabe *et al*

doi:10.1038/nature13666

علم الأورام

استهداف شيخوخة الخلية السرطانية

يُعتقد أن استحثاث الشيخوخة الخلوية، على سبيل المثال عن طريق الطفرات المكونة للورم، آليّة مهمة كابتة للورم، وأن استحثاث الشيخوخة بواسطة العقاقير المضادة للسرطان، له تأثيرات علاجية محتملة. أظهر أندريا أليمونتي وزملاؤه مؤخرًا أن البيئة الميكروية للورم، مع مدخلات من نظام المناعة الفطرية، يمكن أن تناهض الشيخوخة في الخلايا السرطانية. كما تبين أن الخلايا النقوة المخترقة للورم تنتج مناهضًا لمستقبل إنترلوكين ١، يمنع الشيخوخة في الخلايا السرطانية عن طريق التداخل مع إنتاج العوامل المعززة للشيخوخة. يعوق التداخل مع هذه العملية العلاجات المساندة للشيخوخة في نموذج الفأر. وتحدِّد هذه النتائج شبكة جديدة تسيطر على التهرب من الشيخوخة والمقاومة الكيميائية، ويمكن أن تقدِّم أهدافًا جديدة لعلاج السرطان.

Tumour-infiltrating Gr-1^{+} myeloid cells antagonize senescence in cancer

D Mitri *et al*

doi:10.1038/nature13638

الشكل أعلاه | محاكاة جسيم ثلاثي الأبعاد بخلية لحزمة مدفوعة بتفاعل بلازما ويكفيلد. أ، شريحة عبر مركز أمواج البلازما غير المحملة، حيث س هي البعد المستعرض للحركة، و ξ = z – ct هي البعد الموازي للحركة، و E_z هي المجال الكهربي الطولي على المحور (الخط الأحمر المصمت) و I_b هي تيار الحزمة المُدخَلَة (الخط الأزرق المتقطع).

فيزياء

تصفُّح بلازما ويكفيلد

هناك محاكاة لمُعَجِّل بلازما ويكفيلد مرتفع الكفاءة ـ وهو حزمة إلكترون ذات بنية عنقودية مزدوجة ـ تتنقل عبر البلازما من اليسار إلى اليمين. تتسم السنكروترونات Synchrotrons أو المعجلات الخطية التي يتم تشغيلها مع المجالات الكهربية المولدة بواسطة موجات الراديو بأنها ضخمة ومكلفة. هناك تقنيات تعجيل أخرى يمكنها أن تجعل معجل الجسيمات أرخص ومدمج أكثر. يبشر معجل بلازما ويكفيلد ـ حيث يتم تعجيل عنقود إلكترون بجعله "يركب الأمواج" على موجة بلازما سابقة الاستثارة ـ بطاقة مكتسبة بنظام الجيجا إلكترون-فولت عبر سنتيمترات قليلة فقط، لكن حتى الآن، لم يتم التدليل على هذا إلا نظريًّا فقط. لقد أنجز حاليًّا باحثون من "مرفق الاختبارات التجريبية للمعجلات المتقدمة" FACET بستانفورد بالولايات المتحدة تعجيلًا جسيميًّا لعنقود إلكتروني بكفاءة غير مسبوقة، وانتشار طاقة منخفض، مما يبرهن على استخلاص كمية كبيرة من الطاقة من المعجل. وبذلك.. فقد قام الباحثون بقفزة نحو إنشاء معجلات بلازما ويكفيلد، كتكنولوجيا معجلات قادرة على البقاء، وواعدة، حيث تقدم معجلات البلازما وعودًا هائلة بابتكار معجِّلات مدمجة بأسعار مقبولة لتطبيقات تتراوح من فيزياء الطاقة المرتفعة حتى التطبيقات الطبية والصناعية.

High-efficiency acceleration of an electron beam in a plasma wakefield accelerator

M Litos *et al*

doi:10.1038/nature13882

علم الغلاف الجوي

نشوء مخزن كلورين طبقة الستراتوسفير

أدى تقييد بروتوكول مونتريال ومعاهدة الأمم المتحدة 1987 لاستخدام الهالكربونات المحتوية على الكلورين الرئيسي والبرومين المدمرين لطبقة الأوزون إلى انخفاض مخزون الكلورين وكلوريد الهيدروجين الأساسي. ترصد تلك الورقة البحثية ارتفاع حدث مؤخرا بكلوريد الهيدروجين بنصف الكرة الشمالي. عزا الباحثون تلك الظاهرة ـ بمساعدة نموذج دراسة ـ إلى تباطؤ قصير الأجل بدوران الغلاف الجوي لنصف الكرة الشمالي، ينقل الهواء القديم ذا التحول النسبي الأكبر للغازات التي تشكل مصدرًا للكلورين إلى كلوريد الهيدروجين إلى الغلاف الجوي الأكثر انخفاضًا. لا يمثل الارتفاع بكلوريد الهيدروجين النتيجة للانبعاثات مجهولة المصير من غازات المصدر المحتوية على الكلورين لتستمر المعاهدة لتؤدي إلى اختزال عام طويل الأجل للهالوجينات.

Recent Northern Hemisphere stratospheric HCl increase due to atmospheric circulation changes

E Mahieu *et al*

doi:10.1038/nature13857

علم الأمراض

تأثير مضاد للسرطان لمثبط CCL2/إنترلوكين-6

أظهرت كريات الدم البيضاء الالتهابية في السابق أنها تخترق وتعزز نمو النقائل، عن طريق إفراز السيتوكينات مثل CCL2. وقد أدى هذا إلى إثبات أن معادلة السيتوكين CCL2 أو حجب مستقبله قد تكون له فوائد علاجية. ومع ذلك، في نموذج الفأر لدراسة مرض سرطان الثدي، أظهرت لورا بونابيس وزملاؤها مؤخرا أنه عند انقطاع العلاج المضاد للسيتوكين CCL2 لا تتوقف فقط الآثار العلاجية، لكن يسرِّع من نمو النقائل بالرئة ونفوق الحيوانات، بالمقارنة مع الإصابات غير المعالَجة. يحدث هذا نتيجة لزيادة توظيف وحيدات نخاع العظام وزيادة تكون الأوعية الدموية المعتمد على إنترلوكين-6 في بيئة النقائل الرئوية. وفي حين أن هذه النتائج تسلط الضوء على الحاجة إلى الحذر إزاء استخدام العوامل المضادة للسيتوكين CCL2 منفردة، يظهر الباحثون أن الجمع بين العلاجات المضادة للسيتوكين CCL2 والعلاجات المضادة لإنترلوكين-6 يمكن أن يخفض من نمو النقائل ويزيد معدل البقاء على قيد الحياة في نموذج الفأر.

Cessation of CCL2 inhibition accelerates breast cancer metastasis by promoting angiogenesis

L Bonapace *et al*

doi:10.1038/nature13862

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المفكرات التفاعلية: مشاركة الأكواد البرمجية

المفكرة المجانية آي بايثون IPython تجعل من تحليل البيانات عملية سهلة التسجيل والفهم، وإعادة الإنتاج.



ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

هيلين شِن

بينما يُحلِّق عاليًا فوق المحيط الهادئ، يغوص تيتوس براون عميقًا في الأكواد البحثية لطلابه، حيث تمثِّل الرحلة الطويلة من جامعة ولاية ميتشيجن في إيست لانسينج إلى مؤتمر في ملبورن، أستراليا، فرصةً مثالية لعالم المعلوماتية الحيوية لفحص اللوغاريتم الجديد لمختبره؛ لإزالة الأخطاء من بيانات تسلسل الحمض النووي الريبي.

قبل ثلاث سنوات، كان براون يضطر للانتظار، حتى يعود إلى مكتبه. فمن الصعب التعمُّق في أكواد باحثين آخرين، بدون وجودهم لشرحه، ولإجراء التغييرات، وتحديث النتائج. أمّا في هذه الأيام، فيُمكن لبراون أن يعمل مع مختبره عن بُعد، وذلك باستخدام حزمة برمجيات مجانية مفتوحة المصدر، تُسمى "آي بايثون" IPython، تساعد الباحثين على الاحتفاظ بمفكرة معملية مُفصَّلة عن عملهم الحسابي.

يكتب طلاب براون نصوصًا تفسيرية، يُضمِّنون في منتصفها أكوادًا أوّلية، بالإضافة إلى الرسوم البيانية والأرقام التي تولدها لوغاريتماتهم. ويستطيع براون مع وجود مفكرة آي بايثون مثبتةً على الكمبيوتر المحمول الخاص به أن يتفاعل مع العمل، بينما هو جالس في الطائرة. فهو يقوم بتعديل الكود، ثم يعيد تشغيله، حيث يتم تنفيذه بشكل مباشر في المستند الذي يقرأه، مما يسمح له على الفور بمعرفة ما إذا كانت تغييراته تقوم بتحسين اللوغاريتم، أم لا. ويقول: "يمكنني أن أُمرِّر على مفكراتهم، وأفهم بالضبط ما الذي قاموا بفعله، وأقوم بتعديله، كما يُمكنني أيضًا استكشاف عوامل مختلفة، وأن أنظر إلى الموضوع من زوايا متباينة. يمكنني القيام بذلك من أي مكان في العالم".

ولكونها مصمَّمة لجعل تحليل البيانات أسهل في المشاركة وإعادة الإنتاج، فإن مفكرة "آي بايثون" أصبحت تُستخدم من قِبَل عدد متزايد من العلماء الذين يرغبون في الاحتفاظ بسجلات تفصيلية لعملهم، أو ابتكار وحدات تدريسية جديدة، أو للتعاون مع الآخرين. ويقوم بعض الباحثين بنشر المفكرات، كدعم مساعد لأوراقهم البحثية، ويقوم براون ـ من بين آخرين ـ بالترويج لاستخدام البرنامج، كنموذج جديد للنشر العلمي التفاعلي.

تتبُّع أفضل

تم تطوير "آي بايثون" في عام 2011 بواسطة فريق من الباحثين، يقوده فرناندو بيريز ـ عالِم بيانات بجامعة كاليفورنيا، بيركلي ـ وبراين جرانجر، وهو فيزيائي حسابي بجامعة ولاية كاليفورنيا بوليتكنيك في سان لويس بأوبيسبو. يقول بيريز: "لقد قُمنا ببنائها عن طريق حل المشكلات التي كانت لدينا أنفسنا كباحثين ومعلمين".

رأى بيريز وجرانجر أنه كان صعبًا على علماء البيانات تبادُل وصف تفصيلي، ومفهوم في آنٍ واحد، عن أكوادهم الأوّلية، وهو الأمر اللازم ليسمح للآخرين بالبناء على أبحاثهم. يعود هذا جزئيًّا إلى أن عديدًا من العلماء في المجالات ذات الحسابات المُكثفة يكتبون الأكواد بصورة تكرارية مجزَّأة، وذلك لأن كل تحليل يقومون به يكشف عن رؤية جديدة، وينتِج مسارات متعددة لتقديم التساؤلات البحثية. إنّ تتبُّع الإصدارات المختلفة من الكود، التي تُنتج أرقامًا متعددة، وربط كل هذه الملفات بملاحظات تفسيرية يُمثِّل صُداعًا في الرأس، وما يتم نشره ـ في العادة ـ لا يكون مُفصلًا بما فيه الكفاية؛ بما يسمح للقارئ بالمتابعة. يقول جرانجر: "في عملي في الفيزياء الحاسوبية، يبعُد الوصف العام للوغاريتم الذي يتم وضعه في الورقة البحثية بسنوات ضوئية عن التفاصيل المكتوبة في الكود. وبدون تلك التفاصيل، لا توجد ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البرمجة
آي بايثون للمبتدئين

الحصول على الأدوات

هناك شرح تفاعلي من نيتشر لمفكرة آي بايثون متاح هنا: go.nature.com/ohkjks. ويمكن تحميل برنامج المفكرة من موقع آي بايثون من هنا: go.nature.com/mq8nip.

تعلُّم الأساسيات

يمكن العثور على تعليمات للمبرمجين المحترفين من هنا: go.nature.com/sdbolb. وهنا مثال على المُفكِّرات: go.nature.com/awtkxn.

بالنسبة إلى مَنْ لا يألفون بايثون، توجد مجموعة كبيرة من الموارد على الإنترنت. والوحدة التعليمية الخاصة بـ"أوبن تِك سكول" OpenTechSchool المتعلقة بتحليل البيانات باستخدام بايثون (go.nature.com/gpuyxp) تتضمن مقدمة عن مُفكِّرة آي بايثون.

يُمكن لـ"سوفتوير كاربينتري" Software Carpentry أن تساعد في التدريب العملي، وهي منظمة تطوُّعيّة تقوم بتدريس مهارات البرمجيات الأساسية. ستقوم المجموعة بعقد ورشات عمل تستمر ليومين عن مُفكرة آي بايثون، عن طريق الدعوة، وذلك في جميع أنحاء العالم (go.nature.com/fj6sza).

مشاركة المنفعة

يمكن مشاركة مُفكرات آي بايثون في المستودعات البرمجية على الإنترنت، مثل جيت هَبْ GitHub، أو عبر البريد الإلكتروني. ويحتاج المُستقبِلون إلى برنامج آي بايثون؛ لعرض وتحرير المُفكرات. ويمكن لمؤلفي المُفكرة أيضًا استخدام برنامج يُسمى نب-فيوير nbviewer، وذلك لإنشاء نسخة من مفكرتهم تعمل على الإنترنت، تكون قابلة للعرض فقط، وليست قابلة للتحرير (go.nature.com/ry6g4j).

أي طريقة قد تُمَكِّن شخصًا آخر من إعادة إنتاجه في فترة زمنية معقولة".

تعالِج مفكرة "آي بايثون" القضيتين عن طريق مساعدة العلماء على تعقُّب عملهم، وعن طريق تسهيل مشاركته مع الآخرين؛ من أجل استكشاف الكود. فحرف 'I' في IPython هو اختصار لكلمة "Interactive"، أو "تفاعلي،" التي تشير إلى نافذة الأوامر التي تساعد المستخدمين على تشغيل الكود؛ والوصول إلى متغيرات، واستدعاء حِزَم تحليل البيانات، وعرض الرسوم، في حين تشير كلمة "Python" إلى لغة البرمجة الشهيرة "بايثون"، التي بُنيت عليها المفكرة. (ينقل بيريز، وجرانجر، وزملاؤهما المفكرة الآن إلى مشروع يُسمى "جوبيتر" Jupyter، يهدف إلى جعل "آي بايثون" أكثر توافقًا مع اللغات الأخرى، ومن ضمنها لغة جوليا وآر Julia and R).

قِطَع الكود

في جامعة تكساس بأوستن، يَستخدم تال ياركوني مفكرة "آي بايثون" لتشغيل تحليلات إحصائية تجميعية مؤتمتة لدراسات تصوير المخ، وذلك للكشف عن أنماط النشاط العصبي المتعلق بتحليل اللغة والعاطفة وغيرها من عمليات. يخطط عالِم المعلوماتية النفسية لنشر المفكرات كمرفقات لأوراقه البحثية المستقبلية، ويقول: "كلما أصبحت التحليلات أكثر تعقيدًا؛ تعاظمت فوائد القدرة على نقل كل ذلك في مستند واحد بسيط".

هُناك تطبيقات مشابِهة لمُفكّرة "آي بايثون"، موجودة بالفعل لعدد من لغات البرمجة. فـ"ماثِماتيكا" Mathematica، و"مابل" Maple ـ وهي حزم تحليل برمجية تجارية مشهورة بين علماء الرياضيات ـ تشتمل على مفكرات، أو برامج شبيهة بالمفكرات. يوجد أيضًا "ماتلاب" MATLAB، وهو حزمة برمجية تجارية تُستخدم بصورة مكثّفة في معالجة الإشارات، والبحوث الهندسية، وبحوث التصوير الطبية، ويدعم هو الآخر تطبيق مفكرة. وكلّ مفكرة من هذه المُفكّرات تختص فقط بلغة البرمجة مُسَجَّلَة المِلْكِيَّة التي تناظرها.

يوجد عدد من تطبيقات المُفكّرات وأشباه المُفكرات في عالَم المصادر المفتوحة؛ مثل "كنيتر" knitr، الذي يعمل مع لغة البرمجة "آر" R، وهي لغة قوية بصورة خاصة فيما يتعلق بالتحليل الإحصائي. وهناك أيضًا النظام الرياضي البرمجي "سيج" Sage الذي يستند هو الآخر إلى لغة بايثون، ويدعم دفتر الملاحظات الخاصة به. وبرنامج "ديكسي" Dexy، وهو من أشباه المفكرات، يُركِّز على مساعدة المستخدمين على توليد الأوراق العلمية والعروض التقديمية التي تدمج النصوص، والأكواد، والأرقام، وغيرها من الوسائط.

لقد أصبحت مفكرة "آي بايثون" واحدة من أكثر البرامج استخدامًا من نوعها، وذلك وفقًا لأنا نيلسون، مُصمّمة ديكسي، حيث تقول: "الكثير ممّن سمع عنها لم يسمع عن أداة أخرى غيرها". ولا يعلم جرانجر وبيريز بالضبط عدد الناس الذين حاولوا استخدام برنامجهما، ولكنهما يقولان إن حركة المرور على الموقع توضح وجود ما بين 500 ألف إلى مليون ونصف المليون مستخدِم نشط للبرنامج. تقول نيلسون إنه الأفضل تصميمًا من بين المُفكرات الرقمية، وإنه يجتذب الكثير من المستخدمين، لأنه مجاني، ومفتوح المصدر. يستفيد التطبيق أيضًا من شعبية لغة بايثون ـ التي تفتخر بمجتمع علمي قوي، يتلاقى في مؤتمر دولي سنوي ـ ومن سهولتها النسبية للمبرمجين المبتدئين.

رغم أن عددًا متزايدًا من الباحثين يقوم بنشر المُفكِّرات بجانب الأوراق البحثية (انظر go.nature.com/mqonbm للحصول على أمثلة)، إلا أنه من المحتمل أنه لا يزال هناك بعض الوقت، قبل أن تقبل الدوريات العلمية هذه المستندات كمقالات بحثية كاملة.

هناك عدد قليل من مُفكرات "آي بايثون" تم نشره ككتب، وهناك أساتذة كثيرون يستخدمون البرنامج في عمل مناهج دراسية تفاعلية، ولكن حتى الآن يبدو أن المُفكِّرات قد تم نشرها فقط كإضافات إلى الأوراق البحثية، وغالبًا من أجل تقديم كود التحليل، ولعمل شروح إضافية لأقسام الطريقة البحثية. يقول جرانجر: "أعتقد أن الناشرين لا زالوا غير مقتنعين بأنهم يريدون المُضِيّ في هذا الاتجاه بعد". ويقول إنه رُبما يكون تنسيق البيانات هذا جديدًا للغاية على الدوريات العلمية، لتعترف بالمُفكِّرات كتنسيق مستندات رسمي، مثل html، أو pdf، غير أن فريق "آي بايثون" قد بدأ محادثات مع عدد قليل من المنشورات العلمية.

NATURE.COM
للمزيد عن البرمجيات العلمية والتطبيقات والأدوات على الإنترنت، قُم بزيارة: nature.com/toolbox

البدء من نقطة الصفر

معظم مستخدمي مُفكرة "آي بايثون" مبرمجون مهرة، لكن الخبراء يساعدون في تقديم البرمجة للمبتدئين عن طريق البرنامج (انظر: "آي بايثون للمبتدئين"). لم تمتلك يان سونج - طالبة ما بعد الدكتوراة في جامعة كاليفورنيا، سان دييجو- أيّة خبرة في البرمجة قبل حوالي ثلاثة أشهر، فهي تعمل على الجانب "الرطب" من مختبر الطب الخلوي والجزيئي، حيث تقوم بتصميم التجارب، وجمع البيانات التي ستساعدها عالمة حسابية ـ تعمل على الجانب "الجاف" ـ في فحصها؛ من أجل الحصول على معلومات.

تبحث سونج عن التغيرات في تعبير الحَمْضُ النَّوَوِيّ الرِّيبِي في الخلايا الجذعية للفئران والبشر، بينما تتمايز إلى أنواع متعددة من الخلايا العصبية. في الماضي، استخدمت سونج برنامج "إكسل"، لمقارنة أنماط التعبير بين مجموعات من الخلايا في مراحل تطورية مختلفة. وفي وقت سابق من هذا العام، بدأت في فحص بيانات تسلسل الحمض الريبي من خلايا منفردة، وقد تضاعفت مجموعات البيانات لديها في الحجم والتعقيد. وبدلًا من تحليل مجموعات قليلة من الخلايا، كان عليها أن تقارن مئات الخلايا في وقت واحد، وبداخل كل واحدة منها درست ما يقرب من 1,500 من الجينات المنفصلة المرتبطة بالتطور العصبي.

وقد بدأت أولجا بوتفنيك ـ طالبة دراسات عليا في المعلوماتية الحيوية في ذلك المختبر ـ في توليد النتائج في مُفكرة آي بايثون. تقول سونج إنها ـ بمزيج من الفضول ونفاد الصبر ـ بدأت في اللعب مع كود تحليل البيانات "بدت كواجهة سهلة، يمكنك كتابة سطر واحد من الكود ومشاهدة ما إذا كان يعمل، أم لا، على الفور".

في غضون أسابيع قليلة، كانت سونج قد أَلَمَّت ببعض أساسيات برمجة "آي بايثون"، ووجدت الدعم اللازم عن طريق المنتديات والمقاطع التعليمية على الإنترنت. كتبت بوتفنيك أيضًا بعض القوائم المخصصة؛ لتسمح لسونج باستكشاف بياناتها باستخدام لوغاريتمات تجميع مختلفة.

لا زالت سونج تعتمد على مساعدة بوتفنيك عند التعامل مع تحليلات حسابية مُكثَّفة، لكنَّها تقول إنها الآن قد بدأت في استكشاف البيانات بمفردها باستخدام معرفتها الأحيائية، وذلك لدراسة مجموعات فرعية معينة من الخلايا أو الجينات، التي يُمكنها أن تقترحها على بوتفنيك بعد ذلك، كخيوط بداية من أجل المزيد من التحليل. تقول: "اعتدنا على أن نتحدث لغتين مختلفتين. أتكلم أنا عن الأحياء، وتتكلم هي عن البرمجة. والآن، لدينا أرضية مشتركة؛ حيث يمكننا التواصل مع بعضنا البعض بصورة أفضل. وهذا يسرِّع من أبحاثنا". ■

تصحيح

بخصوص مقال سلسلة صندوق الأدوات "الكتابة العلمية: التحرير التعاوني على الإنترنت"، (*Nature* **514**, 127–128; 2014)، المنشور في عدد نوفمبر 2014 من الطبعة العربية لـ*Nature*، كان من الواجب أن يشير إلى أنه بالرغم من أن فيدوس رايتر لا يقوم بتسجيل تاريخ مُفصَّل لكل تعديل يتم القيام به، إلا أنه بإمكان المستخدمين حفظ إصدارات مؤرَّخة من المستندات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

البيولوجيا الجزيئية تقنيات مبسَّطة سهَّلت إمكانية ولوج غير المتخصصين إلى مجال تعديل الجينات **ص. 89**

نقطة تحوُّل ياسر شعبان.. وجائزة أفضل بحث لعام 2014 من الهيئة الأمريكية لأنظمة الهندسة الإدارية **ص. 91**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**



ROBIN JAREAUX/GETTY

تغييرات في المسار المهني

الانفتاح على مجال إدارة الأعمال

يمكن لدرجة ماجستير في إدارة الأعمال أن تتيح للعلماء مرونة إضافية، أو مسارات مهنية جديدة.

كارين رافن

حصلت كارين هافينستريت في يونيو 2011 على درجة الدكتوراة في الهندسة الكيميائية من جامعة ستانفورد في كاليفورنيا. وبعد أشهر قليلة من حصولها على الدكتوراة، تمكَّنَت من اختراع طلاء يجعل العدسات اللاصقة مريحة أكثر، وأسهمت في تأسيس شركة لبيعها.

سرعان ما اكتشفت كارين أن تأسيس عمل تجاري أمر شاق، حيث تقول: «خلال عملية نقل العلوم من المختبر إلى السوق، أدركتُ مدى قلة معرفتي». والآن، تتعلم كل ما يتعلق بهذا الأمر. ستحصل كارين في عام 2015 على درجة جديدة من جامعة ستانفورد، وهذه المرّة ستكون درجة الماجستير في إدارة الأعمال. في الوقت ذاته تقريبًا سوف تبدأ شركتها «أوكيولار ديناميكس» Ocular Dynamics ـ الكائنة في مينلو بارك بكاليفورنيا ـ في تسويق اختراعها.

تشير بيانات المركز القومي الأمريكي لإحصاءات التعليم في واشنطن دي سي إلى أن درجة الماجستير الخاصة بكارين ستكون واحدة من بين نحو 194 ألف درجة متقدِّمة في مجال إدارة الأعمال، يتم منحها في يونيو المقبل في الولايات المتحدة وحدها. ويمثل العلماء أقلية في التسجيل لدرجة ماجستير إدارة الأعمال، لكنها درجة مهمة، يجب على العلماء التفكير فيها، إذ يمكنها أن تسهل تقدُّمهم في مساراتهم المهنية الحالية، أو تفتح آفاقًا من خلال مساعدتهم على تحويل إحدى الأفكار إلى خطة أعمال؛ ومن ثم إلى مشروع مربح (انظر: «شركات ناشئة»).

يشعر علماء عاملون كثيرون أنهم أمضوا ما يكفي من السنوات، وبذلوا الكثير من الأموال للحصول على درجة الدكتوراة. ورغم ذلك.. تُعتبر كلية الأعمال بالنسبة إلى بعضهم ملائمة تمامًا، وهناك طرق لتخفيف التكاليف التي قد تكون هائلة. يتكفل بعض أرباب العمل برسوم الدراسة، ويقومون بترقية الباحثين بعد الانتهاء منها. وتُعتبر الحصص الدراسية في نهاية الأسبوع وسيلة للإبقاء على وظيفةٍ بدوام كامل خلال الدراسة. ويمكن كذلك توفير الوقت والمال من خلال اختيار برنامج دراسة لمدة عام واحد، بدلًا من الفترة التقليدية البالغة عامين. وعادةً ما تكون درجات إدارة الأعمال على الإنترنت هي الخيار الأقل كلفة.

فوائد محتملة

تقدِّم الدرجة العلمية عائدًا على الاستثمار، فلقد وجد «مجلس إدارة قبول الخريجين» ـ وهي منظمة غير هادفة إلى الربح، ومقرها في ريستون بفيرجينيا ـ نسبة عالية من الخريجين يفيدون بأن حصولهم على هذه الدرجة قد عاد عليهم بالفائدة من ناحية الدخل والرضا الوظيفي. وفي دراسة مسح لنحو 21 ألف خريج في 132 كلية أعمال حول العالم، تخرجوا كلهم بين عامي 1959 و2013، قال أغلبهم إن دراستهم كانت مجزية على المستوى الشخصي (94%)، والمهني (90%)، والمالي (77%).

ليست البرامج المتاحة للاختيار بالقليلة؛ فهناك 13 ألفًا حول العالم، طبقًا لأرقام جمعية تطوير كليات الأعمال في تامبا بفلوريدا. ولِدِقَّة أكبر.. هناك منظمات ومنشورات كثيرة تصنف البرامج طبقًا لمعايير متنوعة، من بينها التكلفة، وتقييم الأقران وأرباب العمل، ومرتبات البداية، والمكافآت، ومعدلات التوظيف، ونتائج الاختبارات. وفي الغالب يُعتبر موقع الجامعة ومدة البرنامج عنصرين محوريَّين عند الاختيار.

لقد صُمِّم برنامج ماجستير إدارة الأعمال بالأساس في الولايات المتحدة في عام 1908، وغالبًا ما كانت الجامعات الأمريكية تحتل الصدارة في كل من أعداد التقديم والتصنيف، لكن هناك مؤسسات معينة، مثل كلية لندن للأعمال، وإنسيد (INSEAD) في فرنسا وسنغافورة وأبو ظبي، وكلية IE للأعمال في إسبانيا، نجحت هي الأخرى في أن تَتَصَدَّر عددًا من صفوة القوائم. الأشخاص الراغبون في دراسة برنامج من عام واحد، غالبًا ما يحالفهم الحظ عند البحث في أوروبا، لأن البرامج القصيرة أكثر رواجًا فيها عن الولايات المتحدة.

غالبًا ما يكون برنامج العام الواحد أفضل خيار للأشخاص الذين يريدون تطوير مسارهم المهني، وليس تغييره، ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

شركات ناشئة

مدخل إلى ريادة الأعمال

اشتهرت شركات كبرى في العالم ـ مثل «أمازون»، و«أبل»، و«جوجل» ـ بأنها وُلدت داخل مآرب. وإلى الآن لا تضاهيها أي شركة من الشركات الوليدة التي رأت النور في وضع أفضل بداخل «ورشة إنشاء الشركات» بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا. ورغم أن هذه الدورة القصيرة بدأت منذ عامين فقط، إلا أن الشركات العديدة التي أنتجتها باتت تزدهر، وهناك شركات أنشأها علماء، باتت في طريقها للظهور قريبًا. فسوف تنطلق شركة «إينارا هيلث» Enara Health في سان ماتيو بكاليفورنيا في بدايات العام القادم، وهي تستخدم تقنية الهواتف النقالة لتوصيل الرعاية الصحية المُساعِدة بشكل تفاعلي، بهدف تحسين عملية الوصول والمتابعة لأمراض السمنة، والحالات المتعلقة بها.

يقول منسِّق الورشة رايان برايس: «يبدأ الطلاب الدورة بوضع الحاجة والمستخدِم في الاعتبار». وفي فِرَق تضمّ ما بين طالبين إلى أربعة طلاب، يقوم الطلاب بتصميم منتجات، وإنشاء نماذج مبدئية، ووضع نماذج أعمال، واختبار الفرضيّات، والبحث عن تمويل.

يوضح برايس قائلًا: «نحن نشجعهم على بناء المنتجات واختبارها بشكل مبسط، وبتكلفة زهيدة»، مشيرًا إلى أن الطلاب عامّة يجدون هذه العملية أكثر صعوبة مما كانوا يتوقعون.

في هذا الخريف تقوم جامعة ستانفورد ـ بالاشتراك مع جامعة بيكينج في بكين بالصين ـ بتقديم «ورشة إنشاء الشركات: النسخة الصينية». وتحاول إحدى الفرق في هذه الدورة تطويع شركة 23andMe ـ وهي شركة في ماونتن فيو بكاليفورنيا، تقدم لعملائها تقارير وراثية متعلقة بالأنساب ـ لتلائم السوق في الصين. **ك. ر.**

حسبما يقول دوجلاس ستايمان، العميد السابق لبرامج ماجستير إدارة الأعمال في كلية صامويل كورتيس جونسون للدراسات العليا في الإدارة بجامعة كورنيل في إيثاكا بنيويورك. والكلية تقدم برامج لمدة عام، وأخرى لمدة عامين. ويُشرِف ستايمان حاليًا على برنامج ماجستير إدارة الأعمال في كلية كورنيل تك، التي سوف تنتقل في عام 2017 إلى حرم جامعي جديد بمدينة نيويورك.

تُعتبر كلية IE واحدة من بين الجامعات القليلة عالية التصنيف، التي تقدِّم درجات ماجستير إدارة الأعمال عبر الإنترنت. وتتطلب الدراسة عبر الإنترنت متطلبات التقديم ذاتها، الخاصة ببرامج الدراسة بدوام كامل في الحرم الجامعي (ويغلب على طلاب الدراسة عبر الإنترنت أن يكونوا أكبر سنًّا، ولديهم عدد أكبر من سنوات الخبرة في العمل).

في وقت سابق من هذا العام، قام مجلس إدارة قبول الخريجين بدراسة مسح لأكثر من ثلاثة آلاف طالب في السنة النهائية بكليات إدارة الأعمال في 111 جامعة حول العالم، فوجد أن حوالي 60% لديهم بالفعل عروض عمل. وكان ربع تلك العروض تقريبًا في مجالات الإدارة المالية والمحاسبة، وخُمْسها في كل من الاستشارات، والمنتجات والخدمات (مثل إدارة سلسلة التوريد، أو توصيل المنتجات إلى السوق)، و15% منها في التقنية. وكانت 5% فقط من العروض في مجال الرعاية الصحية أو تطوير العقاقير، وهي احتمالات رئيسة للعلماء، لكنّ الطلاب الساعين إلى وظائف في هذه المجالات كانوا من بين الأشخاص الأكثر احتمالًا لتَلَقِّي العروض. وتبين كليات عديدة أن ما بين 80% إلى 90% من طلابها يتم توظيفهم خلال ثلاثة أشهر من تخرُّجهم.

يقول دان مادين، مدير التخطيط الاستراتيجي في «زويتيس» Zoetis، وهي شركة لرعاية صحة الحيوانات في فلورهام بارك بنيوجيرسي: «إن ماجستير إدارة الأعمال هو الدرجة العلمية المتقدمة الوحيدة التي توسِّع فُرَصَك، بدلًا من أن تقلصها». وقبل حصوله على ذلك الماجستير، كان مادين يعمل كيميائيًّا في شركة «تشيرينج-بلاو» Schering-Plough (وهي الآن جزء من «ميرك» Merck).

وتختلف التكلفة من جامعة إلى جامعة، ومن دولة إلى دولة. في عام 2013، قارن موقع «بيزنس إنسايدر» ـ المختص بأخبار الأعمال والتقنية ـ بين تكاليف السنة الأولى لدراسة ماجستير إدارة الأعمال في 11 كلية أمريكية. وقد تراوحت الرسوم الدراسية وحدها بين نحو 53 ألف دولار أمريكي، و65 ألفًا، لكن التكلفة الإجمالية ـ بما فيها السكن، والطعام، والتأمين، ولوازم الدراسة، والرسوم المتنوعة ـ تراوحت ما بين نحو 81 ألف دولار، وما يقرب من 100 ألف دولار.

في كلية لندن للأعمال، بلغت رسوم الدراسة ـ بما فيها تكاليف الكتب، دون أي تكاليف أخرى ـ 64,200 جنيه إسترليني (102 ألف دولار أمريكي) للبرنامج الذي يستمر ما بين 15 إلى 21 شهرًا، والذي بدأ في أغسطس الماضي. وفي كلية INSEAD بلغت رسوم الدراسة للصف الدراسي الذي يتخرج في عام 2015، 62,500 يورو (79 ألف دولار أمريكي)، لكن التأمين الصحي الإجباري والرسوم الإدارية تضيف 800 يورو أخرى. وتقدَّر تكاليف المعيشة بـ22,300 يورو في سنغافورة، و23,600 يورو في فرنسا.

أحيانًا تؤدي دراسة ماجستير إدارة الأعمال إلى توسيع فرص العمل للعلماء، لدرجة أنْ يَفقِد الجانب العلمي الكثير من جاذبيته. وقد حدث ذلك مع يسار أوان، الذي يعمل حاليًّا مديرًا في شركة «رايثيون» Raytheon في بوسطن بماساتشوستس، حيث يشرف على تدفق المواد، ابتداءً من لوحات الدوائر الكهربائية، حتى الأسلاك، في دعم برنامج تابع للبحرية الأمريكية. وأوان هو خريج دفعة 2014 في برنامج من خمس سنوات بكلية سميل لإدارة الأعمال بجامعة بنسيلفانيا في يونيفيرستي بارك، يحصل فيه الطلاب على بكالوريوس في العلوم ـ وقد تخصص في الأحياء ـ وماجستير في إدارة الأعمال (انظر: «إضاءات»). وخلال هذه الرحلة، اكتشف أوان احتمالات لم يكن ليلحظها، ويعترف قائلًا: «لا أريد حقًّا أن أستمر في التعمق في العلوم. لقد وقعت في حب سلسلة التوريد».

مهارات قيِّمة

غالبًا ما يستمر العلماء الحاصلون على ماجستير إدارة الأعمال في اعتبار أنفسهم علماء على مستوى ما، على الأقل. وغالبًا ما يكونون مرتاحين في شرح كيفية عمل منتَج، أو تقنية جديدة ـ سواء لزملائهم الموظفين، أم للعملاء الخارجيين ـ أكثر من غير العلماء، حسب ما ذكره مارك بولي، الباحث في إدارة الرعاية الصحية في كلية وارتون بجامعة بنسلفانيا في فيلاديلفيا.

وفي الحقيقة، تقول بيث كيلر، نائبة مدير إدارة التوظيف العالمي والتخطيط المهني في شركة «فايزر» في نيويورك: «هناك مهام محددة، نحتاج فيها بالفعل إلى خلفية علمية». وتضيف: «إنها ليست شرطًا، لكن كثيرًا ما تكون مفضلة».

كما أن العلماء عامة يكونون أكثر قدرة على التحليل من طالب إدارة الأعمال المتوسط، حسبما يقول إيان ماكفيتريدج، مدير التمويل في «فايزر». ويضيف: «إنهم يجيدون تفصيل المشكلات إلى أجزاء صغيرة، ويجيدون ملاحظة كيفية ارتباط العوامل المختلفة ببعضها». على الجانب الآخر، فإن «الكثير من الأشخاص القادمين من مجال العلوم لا يجيدون التواصل وشرح الأفكار كغيرهم، لكن عندما نجد أحد العلماء يستطيع التواصل جيدًا، يكون لديك شخص بإمكانه أن يأخذ موضوعًا معقدًا، ويقوم بتبسيطه للجمهور، وهذا أمر متفرد». إن اقتران التواصل بالعلوم يصبح مفيدًا ـ على وجه الخصوص ـ في الوظائف الاستشارية، حيث يحتاج خريجو ماجستير إدارة الأعمال إلى أن يشرحوا لعملائهم كيف أن مقترحاتهم لزيادة الإيرادات والكفاءة سوف تنجح.

كعالِم باحث في مدينة نيويورك، قام براندان هيليريتش بتطوير تقنية حيوية جديدة. كان هيليريتش يحب عمله،

إضاءات

بعض برامج ماجستير إدارة الأعمال المخصَّصة للعلماء

صُمِّم برنامجان أمريكيّان لماجستير إدارة الأعمال خصيصًا للعلماء. يستهدف برنامج العام الواحد في كلية «صامويل كورتيس جونسون للدراسات العليا» في إدارة الأعمال بجامعة كورنيل في إيثاكا بنيويورك، أولئك الذين أنفقوا بالفعل الكثير من الوقت والمال في الحصول على درجات علمية متقدمة، لكنهم الآن يريدون توسيع خبرتهم في مجال الأعمال. ينقص الطلاب في هذا البرنامج التدريب الذي يشارك فيه طلاب السنتين خلال فترة الصيف بين عاميهم الأول والثاني، لكنهم لديهم ميزة إضافية تتمثل في فترة الدراسة الصيفية المكثفة قبل بداية العام الدراسي العادي.

تقوم كلية سميل لإدارة الأعمال بجامعة بنسلفانيا في يونيفيرستي بارك بتقديم برنامج انتقائي صغير، يسمح للطلاب بالحصول على درجتي بكالوريوس العلوم، وماجستير إدارة الأعمال في خمسة أعوام. ويحقق الطلاب متطلبات درجة الدراسة الجامعية في الأعوام الثلاثة الأولى، وخلال العامين التاليين يدرسون برنامج ماجستير إدارة الأعمال العادي مع غيرهم من طلاب ماجستير إدارة الأعمال. (يستطيع الطلاب ـ باختيارهم ـ الدراسة لمدة ستة أعوام؛ لإكمال البرنامج). **ك. ر.**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لكنْ مَثَّل التقديم على براءات الاختراع وابتكار الاستراتيجيات التجارية لتسويق هذه التقنيات تحديًا جديدًا. يقول: «بالنسبة لي، كان هذا أكثر إثارة من العلوم في المختبر». وقد أراد المزيد منها، ولذا.. بدأ في مايو الماضي في دراسة ماجستير لإدارة الأعمال، يستمر عامًا واحدًا في «كورنيل».

ويجد البعض أن الأعمال تستهويه أكثر من العلوم فقط، حيث الأحداث تتم بشكل أسرع. في عام 2004، تخرجت آنا ألبير في معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج، حيث درست الفيزياء، لكن خبرتها البحثية التي حصّلتها كطالبة جامعية دفعتها إلى أن تقرِّر أن العمل في مجال الفيزياء لا يلائمها. تقول: «قد يستغرق الأمر عقودًا، لترى النتائج». في عام 2009، تخرجت ألبير في جامعة ستانفورد بدرجة ماجستير في إدارة الأعمال، وهي الآن مديرة تنفيذية لشركة «موندروب»، للترفيه التي أسستها في عام 2012؛ لإنشاء تطبيقات تعليمية للأطفال على الأجهزة اللوحية. ولا زالت تعمل على مواجهة المشكلات، لكنها الآن تستطيع حلها في أيام، أو أسابيع، بمجرد تصميم برنامج ذكي. وتشرح قائلة: «بالنسبة إلى الفيزياء، فأنا أحب هذا المجال، ولكن بالنسبة إلى ما أقوم به الآن، أنا أحب المجال وإيقاعه السريع».

تتطلب الأعمال القدر نفسه من الإبداع الذي تتطلبه العلوم، حسبما يقول عديد من خريجي الدكتوراة الذين يسعون لتحصيل ماجستير إدارة الأعمال، لكن الدرجات العلمية المتقدمة تميل إلى أن تكون مطمحًا فرديًّا، بينما مؤهلات الأعمال غالبًا ما تتضمن العمل كفرد في فريق. تقول درو راتيجان، الطالبة بالسنة الثانية بماجستير إدارة الأعمال في كلية سميل: «أحب العمل التعاوني. وأحب أن أكون في بيئة اجتماعية».

يُعتبر العمل الجماعي ميزة إضافية كذلك بالنسبة إلى هيليريتش. فبعد أقل من شهر أمضاه في الدراسة في «كورنيل»، تعَرَّف على كل زملائه في الدراسة ـ ويبلغ عددهم حوالي مائة طالب على الأقل ـ خلال الفترة الصيفية، وهو عدد أكبر بكثير من طلاب برامج الدكتوراة. يقول إن العمل في مجموعات معهم أمر رائع؛ «فكل شخص يفكر في الأمور بشكل مختلف تمامًا. وهذا يوسع تفكيرك الشخصي».

لقد كانت دراسة ماجستير إدارة الأعمال أمرًا مطروحًا دائمًا بالنسبة إلى آلّي تشانج، التي حصلت على الدكتوراة في علوم الطب الحيوي من جامعة أوكلاند في نيوزيلندا في عام 2009، وعلى ماجستير إدارة الأعمال من جامعة كورنيل في 2011، وهي الآن المدير التجاري للمنتجات الجديدة في شركة «كورينج لايف ساينسيس» في توكسبيري بماساتشوستس. وتُعَدّ خلفيتها العلمية قيمة كبيرة بالنسبة إليها حينما تعمل مع الباحثين، لتقرِّر ما إذا كانت أفكارهم سوف تنجح في السوق، أم لا. تقول: «لقد سمعت بمقولة: هناك كثيرون من الحاصلين على الدكتوراة، وهناك القليل من وظائف التدريس، لكن حتى قبل أن أبدأ دراستي للدكتوراة، كنت أعلم أني لا أريد أن أكون أستاذة جامعية. لقد أردت أن أقوم بما أقوم به فقط». كان لدى تشانج دائمًا شغف بالعلوم، لكنها تريد أن تحوّل أفكارها العلمية إلى منتجات تجارية.

اختار كل من هافينستريت، وهيليريتش كذلك مجال الأعمال لذاته، لأنهما يعتقدان أنه طريق لتحقيق تأثير إيجابي مباشر على حياة الناس. يقول هيليريتش: «هذا هو السبب الذي دفعني ـ في الأساس ـ لدراسة العلوم». إنها مشاعر، يعبِّر عنها العديد من العلماء الذين درسوا ـ أو يسعون لدراسة ـ ماجستير إدارة الأعمال. إنهم يريدون القيام بعمل له تأثيرات ملموسة وقابلة للقياس، وفي وقت قريب، وليس في المستقبل البعيد. ■

كارين رافن كاتبة حرة، تقيم في باسيفيك جروف بكاليفورنيا.

LIGHTSPRING/SHUTTERSTOCK

البيولوجيا الجزيئية

تعـديلات جينيّـة

هناك تقنيات مبسَّطة سهَّلت إمكانية ولوج غير المتخصصين إلى مجال تعديل الجينات.

جيفري م. بيركيل

لقد أصبح إجراء تغييرات دقيقة بالشفرة الجينية للخلايا الحية سهلًا، لدرجة أن قدرات تعديل الجينوم بات من الممكن أن يستغلها أي شخص لديه المهارات الأساسية في البيولوجيا الجزيئية (انظر: « تعلّم خيوط اللعبة»).

ترجع هذه السهولة ـ بشكل رئيس ـ إلى تطوير تقنيّتين يمكن تخصيصهما لاستهداف مواقع محددة على شريط الحمض النووي. هاتان التقنيتان - المعروفتان بـ«نوكليازات نسخ المستجيبات الشبيهة بالمنشطات»، (تالينات) TALENs، و«المُكررات المتجمعة قصيرة التناظر ذات المسافات البينية المنتظمة»، كريسبر-Cas (CRISPR–Cas) - أكثر بساطة في الاستخدام من الأساليب السابقة، وتكلفتها أقل كثيرًا، وأسهل في التطبيق.

هذا المزيج من المزايا يعني أن مجال هندسة الجينوم أصبح أكثر قابلية للوصول إليه عما كان قبل سنوات قليلة، إذ كان يتطلب خبرات متقدمة في بعض التقنيات، من بينها هندسة البروتين، وإصلاح ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الحمض النووي، وطرق إدخال الأحماض النووية إلى الخلايا. أتاحت هذه التطورات فرص عمل على ثلاثة محاور: حل المشكلات البيولوجية الأساسية، وتطوير تقنية محسَّنة، وإيجاد علاجات محتملة للأمراض.

يقول إريك هندريكسون ـ عالِم الكيمياء الحيوية في كلية طب مينيسوتا في مينيابوليس ـ إن تطوير تقنية «كريسبر-Cas» كان بمثابة «زلزال» في مجال علوم الحياة. فقد أمضى سنوات في محاولة إجادة نظام تعديل جيني أكثر تعقيدًا، لكنه نقل معظم عمله إلى نظام «كريسبر-Cas» خلال سنوات قليلة من إنشائه. وبالرغم من أن هندريكسون عمل بهذا المجال لمدة 30 أو 35 عامًا، إلا أنه يقول إنه لم ير شيئًا يكتسح العلوم بهذه السرعة مثلما فعل النظام.

هذه السهولة في التعديل ربما تكون سلاحًا ذا حدين، لأن ما كان في السابق يُعَدّ مهارة نادرة، أصبح الآن بالفعل شائعًا. يقول هندريكسون: «في العقد الماضي، إذا كان بإمكانك أن تقول في مقابلة التوظيف «بالمناسبة.. أستطيع تنفيذ تقنية الاستهداف الجيني» فإن هذا كان يُعَدّ دائمًا عنصر ربح مهمًّا». واليوم، بات له تأثير أقل بكثير، لكنها كذلك أدَّت إلى إعطاء دفعة للمجال. يقول هويمين تشاو ـ مهندس الكيمياء والبيولوجيا الجزيئية في جامعة إلينوي في أوربانا شامبين ـ إن هندسة الجينوم هي واحدة من أكثر المجالات الفرعية نشاطًا في الأحياء التركيبية، التي تُعَدّ محور أبحاثه.

> **«ربما يكون هناك تركيز أعلى بقليل على الأشخاص الذين يفكرون خارج الصندوق».**

كما يقول دانيال فويتاس ـ باحث علم النبات ومدير مركز هندسة الجينوم في جامعة مينيسوتا ـ إنه يغربل المتقدمين لإجراء أبحاث ما بعد الدكتوراة، ليس بحثًا عن مهارات التعديل المتقدمة، ولكن عما يمكن أن يُسمى بالأصابع الجينية الخضراء؛ أي القدرة على التعديل الجيني لخلايا النبات، وإنباتها لتصبح نباتات فاعلة.

قفزة تقنية

لا زالت هناك تقنيات تتطلب خبرات متقدمة. تقول فارجانا فتاح ـ باحثة ما بعد الدكتوراة في كلية الطب بجامعة تكساس ساوثويسترن في دالاس ـ إن التعديلات التي تستبدل أحد التسلسلات بآخر تتطلب دراية تقنية أعلى من تلك التي تقوم ببساطة بإسقاط الجينات، على سبيل المثال.

لقد قامت فتاح بتطوير قدراتها على القيام بهذه التعديلات المعقدة عندما كانت تجري أبحاث الدكتوراة مع هندريكسون، وهي تأمل أن تستفيد من ذلك بحصولها على وظيفة في التقنية الحيوية.

تُعَدّ القدرات التي تتعدى تعديل الجينوم، مثل هندسة البروتين، هي الأخرى ضرورية لأولئك المهتمين بتصميم الجيل القادم من أدوات التعديل. يقول عالِم الوراثة جورج تشيرش ـ من كلية طب هارفارد في بوسطن بماساتشوستس ـ إنه عند قيامه بتوظيف باحثٍ ما بعد الدكتوراة لمثل هذه المشروعات، فإنه يود أن يرى خبرة في تعديل الجينوم، أو تقنيات متعلقة بذلك، لكنه ليس شرطًا حيويًّا، لكن الإبداع العلمي يعد شرطًا. ويضيف: «بينما نحاول تطوير تقنيات تحويلية فتاكة، ربما يكون هناك تركيز أعلى بقليل على الأشخاص الذين يفكرون خارج الصندوق، والذين لديهم استعداد لفشل سريع، ثم مواصلة الطريق».

إن هذه المميزات مطلوبة كذلك في الشركات التي تطوِّر أدوات تعديل تجارية، مثل «سيجما-ألدريتش» في سانت لويس بميسوري. وتبحث شركة «سيجما-ألدريتش» عن مرشحين ذوي مهارات في المعلوماتية الحيوية، واستزراع الخلايا، والتنميط الجيني للخلايا المؤلفة والحيوانات، حسبما يقول جريج ديفيس، مدير قسم بحث وتطوير التقنية الحيوية الجزيئية بالشركة، ولكن الخبرة في استخدام أنظمة التعديل لصناعة أدوات بحثية تُعتبر مطلوبة أيضًا، حسب قول ديفيس. ويضيف قائلاً: «بهذه الطريقة تتأكد من أنهم يعرفون أساسيات التقنية القادمة، وأنهم مستعدون

تعليـم

تعلَّم خيوط اللعبة

أصبح الحاجز التقني لدخول مجال تعديل الجينوم الآن منخفضًا نسبيًّا، حيث إنك تحتاج إلى معرفة أساسية بالبيولوجيا الجزيئية، وبعض مهارات المعلوماتية الحيوية، وتحتاج إلى فهْم جيد لآليات إصلاح الحمض النووي. يقول دانيال فويتاس، الباحث في علم النبات، ومدير مركز هندسة الجينوم في جامعة مينيسوتا في منيابوليس: «أي شخص لديه مهارات في البيولوجيا الحيوية، حتى على مستوى الماجستير فقط، بإمكانه فهْم عملية صنع العوامل، وبإمكانه أن يعمل في مشروع لهندسة الجينوم».

إنّ الاستثمار في إجادة العملية ـ وفي تحديد مشكلات معينة؛ ليتم تطبيق التقنيات عليها ـ يمكن أن تنتج عنه مهارات جديدة، وجهات تعاون محتملة، وفرص عمل. وهناك موارد عديدة باتت متاحة الآن، لمساعدة الباحثين على القيام بذلك بالتحديد، من بينها دروس تعليمية على الإنترنت، ودورات دراسية قصيرة ومؤتمرات حول الجوانب المتعددة للتقنيات، خاصة الجديد منها، والمعروفة باسم المُكرّرات المتجمعة قصيرة التناظر ذات المسافات البينية المنتظمة (CRISPR)، ونوكليازات نسخ المستجيبات الشبيهة بالمنشطات (TALENs).

للمتعلمين المخلصين

بإمكان الباحثين الصغار أن يبنوا كفاءاتهم في تعديل الجينوم من خلال إيجاد تطبيق واحد في مجال بحثهم: فالأدوات أسعارها معقولة، وسهلة الاستخدام نسبيًّا. يقول جورج تشيرش، عالِم الوراثة في كلية طب هارفارد في بوسطن بماساتشوستس: «معظم المختبرات تسعد بقيام طلاب الدراسات العليا العاملين لديها بإجراء تجارب «كريسبر»، كجزء من أطروحاتهم، وهذا يزيد من إمكانية تعيينهم». ومن بين فرص الحصول على خبرة عملية:

- ورشة عمل على استهداف جينات الفئران، باستخدام تقنية «كريسبر-Cas» في بار هاربور في ماين (5-7 نوفمبر 2014)
go.nature.com/eeydd6
- ندوة حول تعديل الجينوم باستخدام «كريسبر-Cas» في معهد الحمض النووي الريبي في ألباني بنيويورك (17-20 مارس 2015)
go.nature.com/mzdr5h
- دورة دراسية في مؤسسة «ويلكوم تراست» حول الهندسة الوراثية للخلايا الجذعية للثدييات في هينكستون بالمملكة المتحدة (16-28 فبراير 2015)
go.nature.com/ivpi5r

للراغبين في التعلم بأنفسهم

هذه بعض الموارد على شبكة الإنترنت:

- دليل عملي لتقنية «كريسبر»
go.nature.com/xb3zqm
- ندوة على الإنترنت حول تعديل الجينوم باستخدام تقنية «كريسبر»
go.nature.com/n7gezu
- استعراض لأنظمة «كريسبر-Cas»
go.nature.com/yve5vr
- تطورات تقنية «كريسبر»
go.nature.com/cye5sr
- فيديو عن كيفية استخدام «كريسبر -Cas9»
go.nature.com/9zku7j
- تعديل الجينوم باستخدام «التالينات»
go.nature.com/pwfdcc
- تعديل الجينوم باستخدام تقنية «كريسبر»
go.nature.com/vhzlog
- استعراض لتعديل الجينوم
go.nature.com/uulw1z
- بوابة لتصميم أنظمة «كريسبر»
go.nature.com/myqgyq
- بوابة لتصميم أنظمة «التالينات»
go.nature.com/wxpdmv
- موارد لهندسة الجينوم
go.nature.com/4vmv44

لمحبي التشبيك

تعتبر المؤتمرات مفيدة لبناء صلات مع الأكاديميين وممثلي القطاع الصناعي، الذين هم على دراية بتعديل الجينوم. وقد قدّم اتحاد الجمعيات الأمريكية للبيولوجيا التجريبية ـ الذي انعقد في يونيو الماضي ـ العديد من مثل تلك الفرص، حسبما يقول إريك هاندريكسون، عالِم الكيمياء الحيوية بكلية الطب بجامعة مينيسوتا في مينيابوليس. ومن بين الفرص الأخرى:

- منتدى كيستون حول إجادة هندسة الجينوم والبيولوجيا الاصطناعية في بيج سكاي بمونتانا (11-16 يناير 2015)
go.nature.com/ij5xeh
- اجتماع كولد سبرينج هاربور حول ثورة «كريسبر-Cas»، الذي انعقد في نيويورك (24-27 سبتمبر 2015)
go.nature.com/rbpkeb ج. ب.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لتطبيقها على الفور، أو إدخال تحسينات عليها، حالما يدخلون الشركة».

المطوِّرون

إن تقنيات تعديل الجينوم بدأت أيضًا تصبح أكثر شعبية في القطاع العلاجي، بسبب قدرتها على عكس الاضطرابات الجينية، والمساعدة في تطوير العقاقير. ولقد بدأت شركة «أسترا زينيكا» AstraZeneca مؤخرًا في البحث عن أشخاص لمناصب باحثي ما بعد الدكتوراة في التعديل المحدد للجينوم في السويد والمملكة المتحدة. يقول محمد بهلولي ـ المدير المساعد للبحث والتطوير ـ إن الشركة تستخدم تقنيات تعديل الجينوم؛ لإنشاء خلايا ونماذج فئران؛ للتعرف على أهداف العقاقير المحتملة، والتحقق من صحتها، وإنها كثّفت من توظيفها لزمالات أبحاث ما بعد الدكتوراة، والعلماء، الباحثين.

تقوم شركة «سانجامو بيوسينسيز» Sangamo BioSciences في ريتشموند بكاليفورنيا بتطوير واستخدام التقنية القديمة «بروتين إصبع الزنك» ZFP؛ من أجل تطوير علاجات. وقد ازداد عدد مَن يعملون بالشركة من 80 إلى 100 موظف على مدار الأعوام القليلة الماضية، حيث انتقلت إلى الاختبارات الإكلينيكية، حسبما يقول فيليب جريجوري، المدير العلمي، ونائب رئيس الشركة لشؤون الأبحاث.

تضم الشركة مجموعة كبيرة من الأشخاص الذين يركزون على تصميم البروتين، حسب قول جريجوري، وهو ما يعكس حقيقة أن استخدام تقنيات «بروتين إصبع الزنك» أصعب من تقنيات «التالينات» و«كريسبر- Cas»، لكن الشركة مهتمة كذلك بالباحثين الذين يفهمون عمليات إصلاح الحمض النووي وتنظيم الجينات، والذين بإمكانهم تطبيقها في العلاجات.

هذا.. وتنمو شركات التقنية الحيوية الأصغر هي الأخرى. وسوف تضيف شركة «إيديتاس ميديسين» Editas Medicine، في كمبريدج بماساتشوستس، عددًا كبيرًا من الباحثين خلال العام القادم، أو ربما خلال العامين القادمين، حسب قول المدير التنفيذي للعمليات ألكساندرا جلوكسمان.

تتوقع شركة «كريسبر ثيرابيوتيكس» CRISPR Therapeutics في بازل بسويسرا زيادة قاعدتها الحالية، التي تضم ستة باحثين واستشاريين خارجيين، لتصل إلى نحو 12 باحثًا بحلول نهاية هذا العام، حسبما يقول المدير التنفيذي رودجر نوفاك. كما أنها تخطط لمضاعفة هذا الرقم بحلول نهاية العام القادم.

ولا يزال من المبكر معرفة ما إذا كان تعديل الجينوم سوف يصبح مهارة يجب أن يتعلمها أغلب علماء البيولوجيا الجزيئية، مثلما هو الحال مع تفاعل البوليميريز المتسلسل PCR، أم أنه سيكون مجالًا مستقلًّا بذاته. ونظرًا إلى انخفاض عوائق دخول المجال، فإنها مهارة يجب على علماء الحياة الأذكياء أن يفكروا في تعلمها وتطبيقها الآن؛ ليكون لهم السبق في المنافسة. ■

جيفري م. بيركل كاتب حر، يقيم في بوكاتيللو بإيداهو.

نقطة تحوُّل
ياسر شعبان

حصل ياسر طلعت شعبان ـ وهو طالب دكتوراة بكلية الهندسة في جامعة مونتريال بكندا École Polytechnique de Montréal ـ على المركز الأول لأفضل بحث لطلبة الدكتوراة لعام 2014 من الهيئة الأمريكية لأنظمة الهندسة الإدارية Society for Engineering and Management System (SEMS)، وأفضل بحث لعام 2014 من الهيئة الأمريكية لمهندسي الهندسة الصناعية Institute of Industrial Engineers (IIE)، وتمّ منحه عضوية الهيئة، حيث قام بتطوير طرق استغلال البيانات المتاحة لاتخاذ القرارات المثلى بشأن استبدال أدوات القَطْع المستخدَمة في تشغيل مواد صناعة الطائرات ومركبات الفضاء؛ مما ينتج عنه توفير تكلفة الإنتاج بفارق غير مسبوق.



لقد درستَ ديناميكا الروبوت في الماجستير، فما الذي دفعك إلى تحويل مسار دراستك إلى الهندسة الصناعية؟

شعرتُ أن الدول النامية ـ مثل بلدي مصر ـ في أشد الحاجة إلى الاهتمام بمجال الهندسة الصناعية، فالهندسة الصناعية ـ ببساطة ـ هي الاستخدام الأمثل للموارد في الصناعة. ونحن كدول نامية لا نتحمل رفاهية إهدار المواد الخام، أو إهدار أيٍّ من المصادر اللازمة للصناعة. لقد فاتتنا الثورة الصناعية، لكن استطعنا اللحاق بجزء من الثورة المعلوماتية، وصِرْنا نمتلك الآن الكثير من المعلومات وقواعد البيانات، لكننا لا نستخدمها بالطريقة المثلى. إن الهندسة الصناعية قد تمكِّننا ـ باستخدام تلك البيانات ـ من الوصول إلى القرارات المثالية، واستغلال مواردنا بأفضل طريقة.

ما الذي أضافه استخدامك لـ«التحليل المنطقي للبيانات» في بحثك إلى الهندسة الصناعية؟

أول مَنْ أدخل طريقة «التحليل المنطقي للبيانات» في الهندسة الصناعية هي مشرفة رسالة الدكتوراة الخاصة بي، د. سمية ياقوت، وهي طريقة عمرها أكثر من 20 عامًا، لكنني أول مَنْ استخدمها في مجال عمليات التشغيل على المواد، وطُبِّقت على عمليات التشغيل الخاصة بصناعة محركات الطائرات، والمركبات الفضائية؛ مما يتيح تقليل تكلفة صناعة وتشغيل تلك المواد بنسبة 40% تقريبًا، وزيادة إتاحة إنتاجها بنسبة 70%.

كيف أسهمَتْ مشرفة رسالة الدكتوراة في إرشادك إلى تلك النتائج؟

مهما أقول.. فلن أستطيع أن أُوَفِّي د. سمية ياقوت قَدْرَها، فهي أول سيدة تشغل منصب عميدة كلية هندسة فرانكوفونية في كندا. وأهم ما يميزها أنها تهتم بالعوامل الإنسانية أكثر مما تركز على الإجراءات الروتينية، وذلك يصنع فروقًا كبيرة، ليس معي فقط، ولكن مع كل طلاب الدكتوراة الذين تشرف عليهم. يمكن القول إنها لم تقم بإرشادي في مجال البحث فقط، ولكنها غيَّرت حياتي بشكل عام، فقد استطاعت أن تحوِّلني من طالب دكتوراة إلى باحث.

ما هو أكثر شيء استفدتَ به حتى الآن خلال دراستك في كندا؟

استفدت كثيرًا على المستوى العملي من بيئة البحث العلمي هنا، فتوفير كل ما تحتاجه لأبحاثك يدفعك إلى العمل؛ وتحقيق نتائج. أما على المستوى الشخصي، فقد استمتعت بإقامتي في مونتريال، بسبب طبيعتها الثقافية، وأنها ثنائية اللغة؛ وقد ساعدني ذلك على تحسين لغتي الإنجليزية بشكل كبير؛ مما زاد قدرتي على تحصيل العلوم أيضًا.

وما هي أكثر صعوبة واجهتك خلال تلك الفترة؟

ابتعادي عن زوجتي وأولادي.. فهذا الأمر أعتبره أصعب محنة مررت بها في حياتي كلها. فبَعْد أن تم رفض طلبهم للحصول على تأشيرة دخول كندا أكثر من مرة، قررتُ أن أعود إلى أسرتي، وأضع رسالة الدكتوراة جانبًا، لكن دعم زوجتي شجعني على الاستمرار. إن فشل أُسَر الباحثين في الانضمام إليهم أمرٌ صعبٌ للغاية، خاصة الباحثين ذوي الأصول العربية. لقد شاهدتُ طلاب دكتوراة يتركون أبحاثهم، بسبب فشل أُسَرِهم في الانضمام إليهم.

ما الذي تطمح إلي تحقيقه من خلال بحثك؟

أطمح إلى أن أستخدم «التحليل المنطقي للبيانات» في تطبيقات أخرى، مثل تجنُّب الكوارث الناتجة عن النظم الهندسية، خاصة في مجال الإنشاءات، والبنية التحتية التي تكون خسائرها مفجعة. لقد تخطى تعقيد كثير من الأنظمة الهندسية التي نعتمد عليها ما يسمح بالتعامل معها بطريقة حسابية، أو حتى توصيفها دون استخدام افتراضات، وربما يكون التحليل المنطقي للبيانات هو الحل الأمثل لاستنباط الأنماط الخاصة بها (Patterns)، وبالتالي التعامل معها بالصورة المثلى؛ وتجنب الكوارث. إن العالَم الآن صار يمتلك قواعد بيانات مهولة، وقد نستطيع الآن تحليلها؛ والوصول إلى علاقات ونتائج لم نكن نتوقعها من قبل. وقد بدأت جامعات القمة في العالم في استحداث نظم دراسية جديدة خاصة بتحليلات البيانات Data analytics.

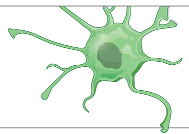
ما هو أهم شيء تنصح به مَنْ يفكر في الحصول على الدكتوراة من الخارج؟

ألّا يستسلموا أمام الصعوبات التي قد تواجههم في بداية سفرهم، فإن أصعب مرحلة دائمًا هي (البداية)، بسبب عنصر اللغة، وفَرْق نُظُم التعليم، وصعوبة الاعتياد على ثقافة مجتمعات مختلفة عن مجتمعك. ويجب عليهم التمسك بالأمل، والإصرار على استكمال دراستهم، وإدراك أنه بمرور الوقت سيتغلبون على تلك العوائق، واحدة تلو الأخرى. ■

أجرى الحوار: كريم الدجوي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مسرد المصطلحات العلمية



Astrocytes
خلايا الجهاز العصبي المركزي النجمية

Humanized mouse
فأر مُؤَنْسَن (فئران تحمل كروموزومات بشرية كاملة)

Methylome
المجموع الكلي لمواقع وأنماط مجموعة المثيل التي تضاف للحمض النووي في الجينوم

Starburst amacrine cells (SACs)
خلايا نجمية متشعبة عديمة الألياف الطولية

A

Adaptive radiation	الإشعاع التَّكَيُّفي
Allosteric inhibitor	مُثبِط تَفَارُغِيّ
Amacrine cells	خلايا عديمة الألياف الطوليّة
Anthropocene	العصر الجيولوجي البَشَرِي
Antiemetics	مضادّات القيء
Astrocytes	خلايا الجهاز العصبي المركزي النجمية

B

Benthic species	أنواع قاعيّة التغذية
Blood–brain barrier (BBB)	الحاجز الدموي الدماغي

C

Celestial harmony	الانسجام السماوي
Choanoflagellates	مُقْتَمِعَات السَّوْط
Cloud computing	الحَوْسَبَة السحابيّة
Cnidaria	اللاسعات
Cochlear implants	قوقعة الأُذُن المستزرَعة
Colloblasts	خلايا إفراز الصمغ بالمشطيّات
Conidiophore	حامل الغُبَيْرات الفطري
Conjugative plasmids	البلازميدات الاقترانيّة
Coronal mass ejection	الانبعاث الكُتَلِي الإكليلي
Ctenophora	المشطيّات

D

Dietary specializations	اختيارات غذائية محدَّدة
Double-strand breaks (DSBs)	كسور الشريط المزدوج للحمض النووي

E

Efferocytosis	دَفْن الخلايا الميتة
Electroceuticals	المستحضرات الكهربية

G

Gene editing	التحرير الجيني
Gluconeogenic genes	جينات تخليق السكر

H

Haematopoietic stem cells (HSCs)	الخلايا الجذعية البشرية المنتِجة للدم
Heliocentrism	مذهب مركزيّة الشمس
Horizontal gene transfer	النقل الأفقي للجينات
Humanized mouse	فأر مُؤَنْسَن (فئران تحمل كروموزومات بشرية كاملة)
Hypothalamic neurons	العصبونات الوِطَائِيّة

I

Inbreeding depression	التَّرَدِّي بالتزاوج الداخلي
Inforgs	كائنات معلوماتية
Infosphere	فضاء المعلوماتية
In-stent restenosis	تضييق الأوعية الدموية
Intraplate earthquake	زلزال داخل الصفائح الأرضية
Introgression	التسرُّب الجيني
Invasive surgery	جراحة انتهاكيّة
Ion mobility mass spectrometry (IM-MS)	قياس الطيف الكُتَلِي لحركة الأيون
Ionotropic receptors	مستقبِلات شارِدِيّة التأثير
Ischaemic heart disease	أمراض نقص تروية القلب

L

Large-Conductance Mechanosensitive Channels (MscL)	بروتينات الغشاء الحساسة ميكانيكيًّا ذات التوصيل واسع المدى
Limnetic species	أنواع سطحية التغذية
Long-term depression (LTD)	الهُمُود طويل الأجل
Long-term potentiation (LTP)	زيادة الفعالية طويلة الأجل
Lymphomagenesis	نشأة الأورام اللِّيمفاوِيّة

M

Magnetic dipole moment	عزم مغناطيسي ثنائي القطب
Major facilitator superfamily (MFS)	عائلة البروتينات الميسّرة العليا
Megathrust earthquake	زلزال ما بين الصفائح التكتونيّة
Metabotropic receptors	مستقبِلات تَحَوُّلِيّة
Metal–organic frameworks	الأُطُر المعدنية العضوية
Metastable	مُتَبَدِّل الاستقرار
Methanotroph	البكتيريا المُحِبَّة للميثان

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Methylome	المجموع الكلي لمواقع وأنماط مجموعة المثيل التي تضاف للحمض النووي في الجينوم
Mitophagy	الْتِهام الميتوكوندريا
Morphogen	مُحْدِث تَخَلُّق
Myointimal cells	خلايا بِطَانة الشريان العضلية

N

Neonicotinoid	المبيدات الحشرية عصبية التأثير
Nonsense-mediated mRNA decay pathway	مسار مراجعة ترجمة الحمض النووي الريبي

O

Oestrogen-receptor-positive breast cancer	سرطان الثدي مستقبِل الأستروجين الإيجابي
Oncogenesis	تكوُّن الورم
Oncoprotein	البروتين الورمي الثديي

P

Placozoa	الصفيحيات
Porifera	الإسفنجيّات
Primary cilia dyskinesia	مرض خلل حركة الأهداب الأوّليّة
Pulsed-electron paramagnetic resonance spectroscopy	مِطْيَاف الرنين البارامغناطيسي بالإلكترون النابض

Q

Quantum contextuality	السياقية الكَمّيّة
Quantum non-locality	الكَمّيّة غير المحلية
Quantum well	بئر كَمّي

R

Replication fork	شوكة تضاعف الحمض النووي
Ribosomal frameshift	انزياح الإطار الريبوزومي
Ring species	الأنواع حَلَقِيّة التزاوج

S

Scientometrics	دراسة تحليل المؤلفات العلمية
Sintering	التصليد الحراري
Sleep apnoea	مرض توقف التنفس أثناء النوم
Somites	كُتَل الأدِيم المتوسط
Sonic hedgehog	بروتين القنفذ سُونك
Sonoluminescence	الإشعاع الضوئي الصوتي
Speciation by distance	نشوء الأنواع من خلال المسافة
Squamous cell carcinoma	سرطان الخلية الحرشفيّة
Starburst amacrine cells (SACs)	خلايا نجمية متشعبة عديمة الألياف الطولية
Stemness	التَّجَذُّع
Stromal cell	الخلية اللحميّة
Subduction zone	منطقة الاندساس
Syngeneic tumour	وَرَم متوافِق جينيًّا

T

Thalamocortical circuit	الدائرة القشرية المِهَادِيّة
Theory of Compellingness foundations	نظرية أسس الإلزام
Thiosugar	السُّكَّر الكبريتي
Triple-negative ductal carcinoma	سرطان قناة الحليب سلبيّ المستقبِلات الثلاثة

U

Urban heat	حرارة الحَضَر

V

Vertical sleeve gastrectomy (VSG)	التكميم الرأسي للمعدة
Vesicular trafficking	النقل الحويصلي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الاتصال الأخضر

خدعة قديمة رخيصة.

ياسر أبو الحسب

تحت شجرة المشمش في بستانه المحبوب، جلس عمر ماسكًا بين يديه رواية «حرب العوالم»، يقلِّب بين صفحاتها التي حفظها عن ظهر قلب. لازمته تلك الرواية منذ عشر سنوات، فأخذ يقرأها مرة تلو الأخرى، حتى نُقشت على جدار عقله نقشًا.

يتلألأ ليل السماء بأضواء السفن الحائمة.. التي مذ ظهرت في سماواتنا، قلبت حال البشرية رأسًا على عقب. آخر أيام البشرية الحرة... الفرصة الأخيرة لقراءة الكتاب.

لقد وقع نحو عشرين مليار إنسان في الأسر!

ينظر إلى المَزارع حوله، وقد امتلأت بنبات الأندروميدا.. أوراق خضراء، وطول لا يتعدى النصف متر، تتشعب سيقانه متداخلةً مع بعضها البعض، فتجد المساحة المزروعة كالشبكة المُدَعَّمة لعناصرها المكونة. مجموعة من التعديلات الجينية على نباتات قديمة، أخرجت لنا نباتًا يمكن استخراج وقود ذي نقاء عال منه بمساعدة بسيطة من بعض أنواع البكتيريا.

لم يكن يدري مطوِّرو النبات أنه سيصل به التطور إلى أن يُفكر.. نعم يفكر!

هل كانت هذه العملية مقصودة؟ هل تَدَخَّلَ أحدهم في تلك العملية؟! لم تَعُدْ معرفة السبب مشكلة، بقدر ما كان التغلب على نتائجها مطلوبًا. تشعبت جذور النباتات، واتصلت ببعضها مكوِّنةً شبكة عالمية من الجذور النباتية القوية. اخترقت تلك الشبكة المحيطات بين القارات، وتسللت تحت أعماق أعتَى أساسات الأبنية. بجذورها القوية عرقلت حركة السفن، وهدّمت الأبنية؛ فشُرِّد الملايين، وصارت - كما ظننا - الخطر الأكبر على مستقبل البشرية الواعد.

لم يبدُ أن هناك مناصًا من قبضتها؛ تُحرَق المزرعة، فتنمو أضعاف مساحتها.

لقد تراوحت النهايات الكلاسيكية للبشر بين زلازل هائلة مدمرة، وفيضانات مُغرِقة، وعصر جليدي طاغ، أو فيروس يقطّع أوصال أرضهم. الآن، هل ستكون نهاية البشر بواسطة نباتات؟! مجرد التفكير في الخاطرة، كان سيجعل منك أضحوكة.. فقط منذ عقد واحد!

كنتَ تنظر إلى النبات.. فلا ترى اختلافًا بينه وبين مليارات الأنواع التي عرفها البشر منذ وجودهم.. تَوَدّ لو سألته: لماذا؟.. لِمَ تفعلون بنا هذا؟.. ثم تعود لتسأل نفسك غير مصدق: هل هذا الشيء الحقير هو ما يفعل ذلك؟ ثم تنغمر في تقطيعها بغضب.

وبمنتهى البراءة، تجد أضعافها تنمو أمامك في سكون وثقة.

كانت المحصلة النهائية لاتجاه تَشَعُّبها ذلك في كل مناطق العالم تشير إلى مكان واحد.. أهرام الجيزة! كل الجذور اتخذت أهرامنا المحبوبة قبلتها. شامخة بقت من كل آثار العالم.. صمدت أمام الزمن، وانتصرت عليه، فلم ينل منها إلا قسمًا صغيرًا من هرمها الأكبر.

فقط أهرام الجيزة هي ما يشهد على تاريخ البشرية القديم. لذلك... لم تعد مِلْكًا لمصر وحدها، بل صارت لعموم البشرية إرثًا.

***

قبل أعوام خَلَت...

«أما زلت تقرأ تلك الرواية؟ لقد لازمتك لسنوات» قالها مصطفى لصديقه عمر، وهما يتنزهان في أحد بساتين قريتهما في أقصى صعيد مصر. وأردف قائلًا: «حتى إنك ما زلت محتفظًا بنسختها الورقية!».

«أقاوم.. ولا طائل» قالها مبتسمًا، ثم تابَعَ بقوله: «صحيح، ما رأيك في "شبكات الاتصال الأخضر" الجديدة؟».

«لا تقلق، هي كما يقال عنها تمامًا، سرعة جبارة في نقل البيانات. فاستخدام نبات الأندروميدا في الاتصالات كان ثورة».

«مَنْ كان يظن أن تلك النباتات المدمرة ستتحول يومًا إلى شبكة تعمل بتلك الكفاءة؟»

«الطبيعة دائمًا أكفأ، حتى عندما تنافِس الإنسان في ملعبه».

وصلا إلى شجرة المشمش المفضلة لهما، فجلسا وأخذا يخرجان طعامهما.

قال مصطفى، مشيرًا إلى جذع شجرتهما بنوع من السخرية: «ولكنْ مَنْ يجرؤ على تحدِّي نوعنا؟! سخَّرناها لمنفعتنا بعد كل شيء».

«الحقيقة أنني بعد هذا كله لا أستطيع استساغة أن هذا النبات يفكر فعلًا كما قيل! أيمكن أن يصل نباتٌ ما إلى درجة من التطور بحيث تُكوِّن عقلًا مركزيًّا يتحكم بعد ذلك في كل نبات من نوعها على وجه الأرض؟ وأين يكوِّن ذلك العقل؟! تحت أكثر الأماكن حساسية بالنسبة إلى البشر.. حتى تضمن ألا يضايقها أحد».

«لا يهمّ، فالنتيجة واحدة. لقد حصل البشر على شبكة عالمية تبلغ فيها معدلات نقل البيانات سرعات مهولة، مقارنةً بسابقتها».

***

«حرفيًّا.. كنا حقلَ تجارب» تردَّد صدى الكلمات في عقل عمر، وهو ينظر إلى نقاط الضوء المتحركة على قبة السماء أمامه، راقدًا تحت شجرته، وهو ما زال محتضنًا روايته المعشوقة.

أَمْلُكُ شبَكَةَ اتصالاتك.. أعرفُ عنك كل شيء.. هي أكبر خدعة في تاريخ الكون الممتد.. خدعة قديمة ورخيصة، لكن هذه المرة لم يفعلها كائن بشريّ، بل حفنة من مخلوقات متدنِّية الدرجة، سَكَنَتْ وجه المَجَرَّة الآخر. وبشبكتنا - أو بشبكتهم في أرضنا - عرفوا عنا كل شيء، وعطَّلوها عندما أرادوا.

والآن، عادت البشرية إلى سيرتها الأولى.. لا اتصال.. لا وقود.. وبالتالي، فلا عالَم.

والآن، تأسر سُفُنهم أرضنا، وبعد قليل ربما لن تكون هناك أرض. لن يعرف أحدٌ أنه في ذلك المكان من الفضاء الشاسع، كان هناك جنس بشري. تخيَّل.. مليارات السنوات، ومليارات الأنواع ستُمحى من شريط ذكريات الكون، فقط في ساعات!

كان هناك ظِلٌّ يتراءى لصاحبنا من بعيد.. إنه مصطفى، بلا شك. جاءه، وتمدَّد بجواره بلا كلمات.. فقط صمتٌ رانٍ، قطعه مصطفى حين رأى رواية صديقه المفضلة بين يديه. لم ينكر عليه... بل علت مُحيّاه ابتسامة خفيفة، طفق بعدها عمر يقرأ: «كوَّنت في عقلي فكرة غامضة بشأن انتشار الحياة من المجموعة الشمسية إلى ذلك الفضاء الجامد بين الكواكب، لكنه حُلم بعيد المنال. على الجانب الآخر، قد يكون الدمار الذي أحدثه «المرِّيخيُّون» عقوبة أُرجئ تنفيذها، ربما يكون المستقبل مقدَّرًا لهم.. لا لنا.»

وتحت شجرة المشمش، التي رفضت إلا أن تشاركهما دقائقها الأخيرة، مضى عمر يقرأ آخِر فصل من «حرب العوالم». ■

ياسر أبو الحسب مهندس، ومؤلف قصص خيال علمي، ورئيس تحرير مجلة «علم وخيال» الإلكترونية. تويتر: @YasserHassab

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

ILLUSTRATION BY MOHAMED ASHOUR/NATURE (UFO FROM EGAL; PYRAMID FROM ROYALTY-FREE/CORBIS)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية